

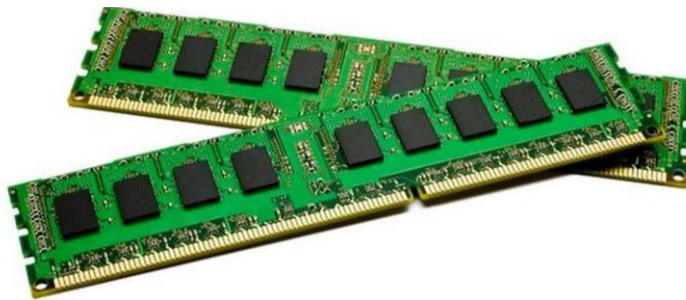
Pembahasan

A. Arsitektur Unit Penyimpanan

Arsitektur unit penyimpanan terdiri dari beberapa komponen penting, termasuk:

1 Memori utama (RAM):

Memori utama atau Random Access Memory (RAM) merupakan penyimpanan utama dalam sistem komputer yang digunakan untuk menyimpan data sementara saat proses komputasi berlangsung. Fungsinya adalah menyediakan akses cepat untuk membaca dan menulis data. RAM digunakan untuk menyimpan instruksi dan data yang aktif digunakan oleh CPU saat menjalankan program. Bentuk fisik RAM dapat dilihat melalui gambar dibawah ini



Memori utama memiliki beberapa karakteristik penting, termasuk kapasitas penyimpanan yang besar, kecepatan akses yang tinggi, dan kemampuan untuk membaca dan menulis data secara acak. Kelebihan memori utama meliputi kecepatan akses yang cepat, kemampuan untuk menyimpan data sementara, dan fleksibilitas dalam mengubah data yang disimpan. Terdapat dua jenis utama memori utama yaitu Static RAM (SRAM) dan Dynamic RAM (DRAM). SRAM

menggunakan flip-flop sebagai elemen penyimpanan dan tidak membutuhkan pembaruan periodik untuk mempertahankan data. Sementara itu, DRAM menggunakan kapasitor dan transistor untuk menyimpan data dan membutuhkan penyegaran periodik agar data tetap terjaga.

2 Memori hanya-baca (ROM):

Memori hanya-baca atau Read-Only Memory (ROM) adalah jenis memori yang berisi instruksi dan data yang tidak dapat diubah oleh pengguna. ROM digunakan untuk menyimpan program dan konfigurasi sistem yang penting dan tidak boleh diubah. Prinsip kerja ROM adalah dengan menyimpan data dalam bentuk sinyal yang dibakar secara permanen selama proses produksi. Bentuk rom berfarisi bisa dalam berbentuk microchip, berikut adalah tampilan fisik dari rom yang diimplementasikan diberbagai perangkat elektronik.



Data dalam ROM bersifat non-volatile, artinya data tetap terjaga bahkan ketika listrik dimatikan. Memori hanya-baca memiliki karakteristik penting, seperti ketahanan terhadap pembaruan data, kestabilan data dalam jangka panjang, dan

kemampuan untuk menyimpan data tanpa memerlukan daya listrik. Kelebihan memori hanya-baca meliputi kemampuan untuk menyimpan data secara permanen, tidak memerlukan pembaruan, dan tidak dapat diubah oleh pengguna. Terdapat beberapa jenis memori hanya-baca, termasuk ROM (Read-Only Memory), PROM (Programmable ROM), EPROM (Erasable Programmable ROM), dan EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM). Data yang disimpan dalam memori hanya-baca tidak dapat diubah oleh pengguna dan tetap stabil dalam jangka panjang.

3 Memori cache:

Memori cache adalah jenis memori yang digunakan untuk menyimpan data yang sering diakses dengan cepat oleh CPU. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kecepatan akses data dengan meminimalkan waktu yang diperlukan untuk mengambil data dari memori utama.. Cache bekerja berdasarkan prinsip lokalitas, yaitu jika suatu data telah diakses, kemungkinan besar data terkait akan segera diakses berikutnya. Cache terbagi menjadi beberapa level, seperti L1, L2, dan L3 cache, dengan L1 cache memiliki waktu akses paling cepat. Prinsip kerja cache melibatkan penggunaan algoritma penggantian (replacement algorithm) untuk memutuskan data mana yang akan disimpan dalam cache dan mana yang akan dihapus. Prinsip ini memanfaatkan fakta bahwa program cenderung mengakses data yang berdekatan secara spasial dan data yang sama dalam periode waktu yang singkat. Kelebihan memori cache meliputi peningkatan kecepatan akses data, pengurangan latensi memori, dan peningkatan throughput sistem.

4 Kontroler memori:

Kontroler memori bertanggung jawab untuk mengatur akses data ke dan dari memori, memastikan integritas data, dan mengelola alamat serta sinyal kontrol. Kontroler memori mengendalikan aliran data antara CPU dan memori, mengelola operasi baca dan tulis, serta memastikan kepatuhan terhadap protokol dan standar komunikasi yang digunakan. Kontroler memori juga terlibat dalam manajemen cache dan koordinasi antara memori utama dan memori cache.

Struktur data dalam unit penyimpanan, pemahaman mendasar dari struktur data membantu kita mengerti cara kerja dari setiap unit penyimpanan. Dibawah ini beberapa materi yang menjelaskan tentang jenis tipe data, pengelompokan data, dan tipe pengalamatan memori. Selengkapnya dibahas dibawah ini secara singkat padat dan jelas.

1 Tipe Unit Penyimpanan dan Jenis pengelompokan

Pertama, dalam unit penyimpanan, terdapat unit terkecil yang disebut bit, yang merepresentasikan nilai biner 0 atau 1. Kemudian, beberapa bit digabungkan menjadi byte, yang merupakan unit dasar dalam pengolahan data. Selanjutnya, terdapat word, yang terdiri dari beberapa byte dan ukurannya dapat bervariasi tergantung pada arsitektur sistem. Setiap lokasi penyimpanan dalam unit penyimpanan memiliki alamat yang unik, yang digunakan untuk mengakses dan mengidentifikasi data.

Selanjutnya, data dalam unit penyimpanan dapat diorganisasi dalam berbagai struktur, seperti array, linked list, stack, queue, dan tree. Struktur data ini mempengaruhi cara data disimpan dan diakses dalam unit penyimpanan. Selain itu, data juga dapat dikelompokkan berdasarkan tipe data atau tujuan penggunaan, seperti blok data, blok program, atau blok konfigurasi.

2 Pengalamatan Memori dan Tipe-Tipe Pengalamatan:

Pengalamatan memori adalah proses memberikan alamat kepada lokasi penyimpanan tertentu untuk membaca atau menulis data. Tipe-tipe pengalamatan meliputi:

- **Absolute Addressing:** Menggunakan alamat memori yang konkret untuk mengakses lokasi penyimpanan.
- **Relative Addressing:** Menggunakan perbedaan alamat dari lokasi saat ini untuk mengakses lokasi penyimpanan.
- **Indirect Addressing:** Menggunakan alamat yang ditunjukkan oleh register atau pointer untuk mengakses lokasi penyimpanan.

3 Read and Write

Pembacaan data (Read) dan penulisan data (Write) merupakan proses penting dalam unit penyimpanan. Pembacaan data melibatkan pengambilan nilai dari lokasi penyimpanan, sedangkan penulisan data melibatkan penulisan nilai ke lokasi penyimpanan yang ditentukan. Operasi baca-tulis adalah kombinasi dari pembacaan dan penulisan data, yang sering digunakan untuk mengubah atau memodifikasi data

yang sudah ada. Prinsip-prinsip kerja operasi baca-tulis melibatkan pengiriman alamat memori yang dituju, proses pengambilan data (pembacaan) dari lokasi penyimpanan, atau pengiriman data ke lokasi penyimpanan (penulisan). Selain itu, status dan register terlibat juga diperbarui dalam proses ini.

4 Perkembangan dan Tren pada Unit Penyimpanan

Dalam perkembangan terkini dalam arsitektur unit penyimpanan, ada beberapa teknologi memori baru yang telah muncul. Memori berbasis flash digunakan dalam penyimpanan non-volatile pada perangkat seperti USB drive, SSD, dan kartu memori. Memori resistive seperti ReRAM menggunakan perubahan hambatan resistif untuk menyimpan data, sedangkan memori ferroelektrik seperti FeRAM menggunakan medan listrik untuk menyimpan data.

Inovasi dalam desain memori juga terus berkembang. Desain memori yang lebih cepat dengan peningkatan bandwidth dan akses waktu menjadi fokus perhatian. Selain itu, peningkatan kapasitas untuk menyimpan jumlah data yang lebih besar dan efisiensi energi dalam penggunaan daya juga menjadi tujuan dalam desain memori.

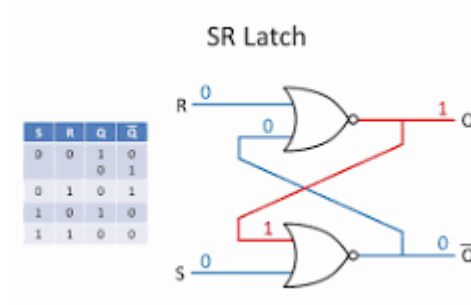
Namun, pengembangan arsitektur unit penyimpanan tidak luput dari tantangan. Meningkatkan kecepatan akses, mengurangi latensi, meningkatkan kepadatan penyimpanan, dan mengurangi konsumsi daya menjadi tantangan utama. Tren dalam pengembangan arsitektur unit penyimpanan melibatkan penggunaan memori berbasis non-volatile, pengembangan teknologi memori 3D, dan penggabungan memori dan komputasi.

B. Sifat Rangkaian Elemen-Elemen Penyimpanan

Elemen-elemen penyimpanan yang memiliki peran penting dalam penyimpanan dan pengambilan data. Flip-flop adalah elemen dasar yang berfungsi sebagai unit penyimpanan satu bit. Register adalah kumpulan flip-flop yang digunakan untuk menyimpan sejumlah bit data. RAM merupakan memori utama yang digunakan untuk menyimpan data dan instruksi yang sedang diproses oleh CPU. ROM adalah memori baca saja yang berisi data yang tidak dapat diubah. Flash memory adalah jenis memori non-volatile yang digunakan dalam berbagai perangkat dengan kapasitas penyimpanan yang besar. Setiap elemen penyimpanan memiliki karakteristik dan kegunaannya sendiri dalam mendukung operasi komputer. Masing-masing memiliki kecepatan akses, kapasitas, dan keandalan yang berbeda. Berikut perbandingan sifat rangkaian elemen penyimpanan, seperti latches, flip-flop, dan register clock, dapat dijelaskan dari berbagai aspek, termasuk struktur, fungsi, dan penggunaannya dalam desain sirkuit digital.

1. Latches:

Latches adalah elemen penyimpanan sederhana yang dapat menyimpan satu bit informasi. Mereka terdiri dari dua gerbang logika NAND atau NOR yang saling terhubung. Latches memiliki dua mode operasi, yaitu mode latch dan mode transparan.

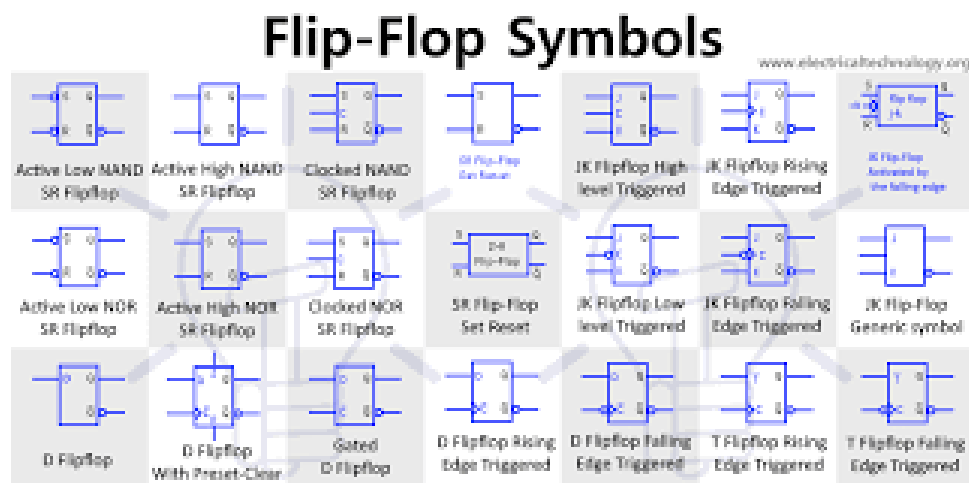


Dalam mode latch, output latch tetap mempertahankan nilainya saat clock tidak berubah. Sedangkan dalam mode transparan, output latch mengikuti perubahan input selama clock aktif. Latches dapat digunakan dalam desain sirkuit yang memerlukan penyimpanan sementara dan pemrosesan paralel, seperti dalam pembentukan alamat, penggeseran data, atau penyimpanan informasi status. Latch adalah elemen penyimpanan yang mirip dengan flip-flop, tetapi dapat bekerja secara asinkron, artinya data dapat berubah sepanjang waktu selama input berubah. Latch terdiri dari gerbang logika yang membentuk suatu feedback loop.

Latch mempunyai dua jenis yaitu D latch dan SR latch. D latch adalah latch yang menggunakan input D (Data) dan E (Enable) untuk mengendalikan penyimpanan data dan SR latch menggunakan input S (Set) dan R (Reset) untuk mengatur keadaan latch. Latch digunakan dalam desain sirkuit yang membutuhkan fungsi penyimpanan sementara dengan waktu akses yang cepat. Mereka sering digunakan dalam desain register sederhana, alat pengunci (latch-up), dan elemen logika dalam rangkaian digital.

2. Flip-flop:

Flip-flop adalah elemen penyimpanan yang lebih kompleks dibandingkan dengan latches. Mereka memungkinkan penyimpanan bit informasi dengan sinkronisasi waktu yang lebih ketat. Flip-flop merupakan elemen penyimpanan yang terdiri dari beberapa gerbang logika yang diatur sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan satu bit informasi. Model flip-flop yang umum digunakan adalah D flip-flop, JK flip-flop, T flip-flop, dan SR flip-flop.

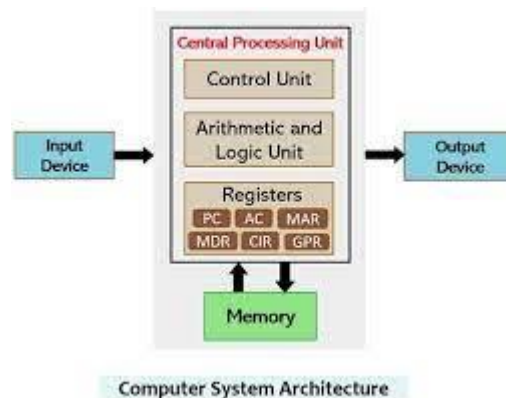


D flip-flop: D flip-flop menyimpan data input (D) pada saat sinyal clock berubah naik (rising edge). JK flip-flop: JK flip-flop memiliki dua input yaitu J dan K yang memiliki fungsi yang lebih fleksibel dibandingkan dengan D flip-flop. T flip-flop: T flip-flop memiliki satu input (T) yang akan mengubah keadaan flip-flop sesuai dengan kondisi input dan sinyal clock. SR flip-flop: SR flip-flop memiliki dua input yaitu S (Set) dan R (Reset) yang digunakan untuk mengatur keadaan flip-flop. Flip-flop memiliki dua mode operasi utama, yaitu mode sinkron dan mode asinkron. Dalam mode sinkron, perubahan nilai input hanya terjadi

pada tepat saat clock naik atau turun. Ini memastikan stabilitas sinyal dan mencegah gangguan yang tidak diinginkan. Flip-flop dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan penyimpanan data yang lebih andal dan sinkron, seperti dalam pengiriman data serial, pengaturan alamat, atau sinkronisasi sinyal dalam sistem terintegrasi selain itu juga sebagai elemen penyimpanan dalam register, penghitung (counter), pemrosesan sinyal, dan pengendalian dalam rangkaian logika.

3. Register:

Register adalah kumpulan dari beberapa flip-flop yang saling terhubung. Mereka menyediakan penyimpanan data paralel dengan lebar bit yang lebih besar. Register sering digunakan dalam desain sirkuit yang memerlukan penyimpanan dan pemrosesan data dalam jumlah besar, seperti dalam pengiriman data paralel, penyimpanan buffer, atau dalam unit pemrosesan digital.



Register biasanya memiliki input data, input clock, dan output data. Mereka memungkinkan penyimpanan data dalam waktu yang ditentukan oleh clock dan

dapat mempertahankan data tersebut hingga diubah oleh operasi pemrosesan berikutnya. Register digunakan untuk menyimpan data dalam aplikasi yang membutuhkan pengolahan data sekuensial, seperti pemrosesan sinyal digital, pengendalian sistem, dan komunikasi serial. Mereka juga digunakan dalam pemrosesan paralel dan operasi aritmetika pada unit pengolahan sentral (CPU) komputer.

C. Arsitektur Unit Penyimpanan

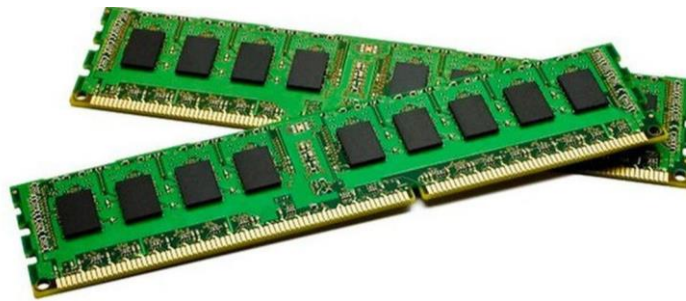
Arsitektur unit penyimpanan merupakan komponen penting dalam sistem komputer yang bertanggung jawab untuk menyimpan dan mengakses data. Unit penyimpanan dalam arsitektur komputer terdiri dari dua jenis utama: memori utama (main memory) dan memori sekunder (secondary memory). Memori utama digunakan untuk menyimpan program yang sedang berjalan dan data yang sedang diproses secara langsung oleh CPU. Memori utama biasanya terdiri dari teknologi semikonduktor seperti RAM (Random Access Memory). Sedangkan memori sekunder digunakan untuk menyimpan data dalam jangka panjang. Contoh memori sekunder termasuk hard disk drive (HDD) dan solid-state drive (SSD). Memori sekunder memiliki kapasitas yang lebih besar daripada memori utama, namun lebih lambat dalam akses dan transfer data.

Pemahaman tentang arsitektur unit penyimpanan penting untuk merancang sistem komputer yang efisien dan efektif dalam mengelola dan mengakses data. Penting untuk mempertimbangkan ukuran, kecepatan, kapasitas, dan efisiensi penggunaan dalam memilih dan mengkonfigurasi memori utama dan memori sekunder untuk memenuhi kebutuhan aplikasi dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Arsitektur unit penyimpanan terdiri dari beberapa komponen penting, termasuk:

5 Memori utama (RAM):

Memori utama atau Random Access Memory (RAM) merupakan penyimpanan utama dalam sistem komputer yang digunakan untuk menyimpan data sementara saat proses komputasi berlangsung. Fungsinya adalah menyediakan akses cepat untuk membaca dan menulis data. RAM digunakan untuk menyimpan instruksi dan data yang aktif digunakan oleh CPU saat menjalankan program. Bentuk fisik RAM dapat dilihat melalui gambar dibawah ini



Memori utama memiliki beberapa karakteristik penting, termasuk kapasitas penyimpanan yang besar, kecepatan akses yang tinggi, dan kemampuan untuk membaca dan menulis data secara acak. Kelebihan memori utama meliputi kecepatan akses yang cepat, kemampuan untuk menyimpan data sementara, dan fleksibilitas dalam mengubah data yang disimpan. Terdapat dua jenis utama memori utama yaitu Static RAM (SRAM) dan Dynamic RAM (DRAM). SRAM menggunakan flip-flop sebagai elemen penyimpanan dan tidak membutuhkan pembaruan periodik untuk mempertahankan data. Sementara itu, DRAM menggunakan kapasitor dan transistor untuk menyimpan data dan membutuhkan penyegaran periodik agar data tetap terjaga. Prinsip kerja RAM adalah dengan menyimpan data dalam bentuk sinyal elektronik yang dapat

dengan cepat diakses dan diubah sesuai kebutuhan. Data dalam RAM bersifat volatil, artinya ketika listrik dimatikan, data yang tersimpan di RAM akan hilang.

6 Memori hanya-baca (ROM):

Memori hanya-baca atau Read-Only Memory (ROM) adalah jenis memori yang berisi instruksi dan data yang tidak dapat diubah oleh pengguna. ROM digunakan untuk menyimpan program dan konfigurasi sistem yang penting dan tidak boleh diubah. Prinsip kerja ROM adalah dengan menyimpan data dalam bentuk sinyal yang dibakar secara permanen selama proses produksi. Bentuk rom berfarisi bisa dalam berbentuk microchip, berikut adalah tampilan fisik dari rom yang diimplementasikan diberbagai perangkat elektronik.



Data dalam ROM bersifat non-volatile, artinya data tetap terjaga bahkan ketika listrik dimatikan. Memori hanya-baca memiliki karakteristik penting, seperti ketahanan terhadap pembaruan data, kestabilan data dalam jangka panjang, dan kemampuan untuk menyimpan data tanpa memerlukan daya listrik. Kelebihan memori hanya-baca meliputi kemampuan untuk menyimpan data secara

permanen, tidak memerlukan pembaruan, dan tidak dapat diubah oleh pengguna. Terdapat beberapa jenis memori hanya-baca, termasuk ROM (Read-Only Memory), PROM (Programmable ROM), EPROM (Erasable Programmable ROM), dan EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM). Setiap jenis memiliki tingkat keprograman dan penghapusan data yang berbeda. Arsitektur memori hanya-baca dapat bervariasi tergantung pada jenisnya. Namun, prinsip umumnya melibatkan penggunaan transistor dan kapasitor untuk menyimpan data. Data yang disimpan dalam memori hanya-baca tidak dapat diubah oleh pengguna dan tetap stabil dalam jangka panjang.

7 Memori cache:

Memori cache adalah jenis memori yang digunakan untuk menyimpan data yang sering diakses dengan cepat oleh CPU. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kecepatan akses data dengan meminimalkan waktu yang diperlukan untuk mengambil data dari memori utama. Memori cache memiliki peran penting dalam meningkatkan kinerja sistem komputer. Dengan menyimpan data yang sering diakses secara lokal, CPU dapat mengakses data dengan lebih cepat daripada harus mengambilnya dari memori utama yang memiliki waktu akses yang lebih lama. Cache bekerja berdasarkan prinsip lokalitas, yaitu jika suatu data telah diakses, kemungkinan besar data terkait akan segera diakses berikutnya. Cache terbagi menjadi beberapa level, seperti L1, L2, dan L3 cache, dengan L1 cache memiliki waktu akses paling cepat. Prinsip kerja cache melibatkan penggunaan algoritma penggantian (replacement algorithm) untuk memutuskan data mana yang akan disimpan dalam cache dan mana yang akan

dihapus. Memori cache menggunakan prinsip lokalitas spasial dan lokalitas temporal untuk menyimpan data yang sering diakses. Prinsip ini memanfaatkan fakta bahwa program cenderung mengakses data yang berdekatan secara spasial dan data yang sama dalam periode waktu yang singkat. Kelebihan memori cache meliputi peningkatan kecepatan akses data, pengurangan latensi memori, dan peningkatan throughput sistem.

8 Kontroler memori:

Kontroler memori bertanggung jawab untuk mengatur akses data ke dan dari memori, memastikan integritas data, dan mengelola alamat serta sinyal kontrol. Kontroler memori mengendalikan aliran data antara CPU dan memori, mengelola operasi baca dan tulis, serta memastikan kepatuhan terhadap protokol dan standar komunikasi yang digunakan. Kontroler memori juga terlibat dalam manajemen cache dan koordinasi antara memori utama dan memori cache.

Arsitektur unit penyimpanan terhubung erat dengan komponen lain dalam sistem komputer. Misalnya, CPU menggunakan arsitektur unit penyimpanan untuk mengambil instruksi dan data yang diperlukan untuk menjalankan program. I/O (Input/Output) juga berinteraksi dengan arsitektur unit penyimpanan untuk mentransfer data antara perangkat input/output dan memori. Selain itu, sistem operasi berperan dalam mengelola alokasi dan penggunaan memori dalam arsitektur unit penyimpanan.

Struktur data dalam unit penyimpanan, pemahaman mendasar dari struktur data membantu kita mengerti cara kerja dari setiap unit penyimpanan. Dibawah ini beberapa materi yang menjelaskan tentang jenis tipe data, pengelompokan data, dan tipe pengalamatan memori. Selengkapnya dibahas dibawah ini secara singkat padat dan jelas

Bit, Byte, Word, dan Alamat Memori:

- Bit: Unit terkecil dalam unit penyimpanan yang merepresentasikan nilai biner 0 atau 1.
- Byte: Kumpulan 8 bit yang digunakan sebagai unit dasar dalam pengolahan data.
- Word: Satuan penyimpanan yang terdiri dari beberapa byte. Ukuran word dapat bervariasi tergantung pada arsitektur sistem, seperti 2 byte (16 bit), 4 byte (32 bit), atau 8 byte (64 bit).
- Alamat Memori: Setiap lokasi penyimpanan dalam unit penyimpanan memiliki alamat yang unik. Alamat memori digunakan untuk mengakses dan mengidentifikasi lokasi data dalam unit penyimpanan.

Organisasi dan Pengelompokan Data dalam Unit Penyimpanan:

- Data dalam unit penyimpanan dapat diorganisasi dalam berbagai struktur, seperti array, linked list, stack, queue, tree, dan lainnya. Struktur data ini mempengaruhi cara data disimpan dan diakses dalam unit penyimpanan.

- Pengelompokan data dalam unit penyimpanan dapat dilakukan berdasarkan tipe data atau tujuan penggunaan. Misalnya, data dapat dikelompokkan menjadi blok-blok yang terkait, seperti blok data, blok program, atau blok konfigurasi.

Pengalamatan Memori dan Tipe-Tipe Pengalamatan:

Pengalamatan memori adalah proses memberikan alamat kepada lokasi penyimpanan tertentu untuk membaca atau menulis data. Tipe-tipe pengalamatan meliputi:

- Absolute Addressing: Menggunakan alamat memori yang konkret untuk mengakses lokasi penyimpanan.
- Relative Addressing: Menggunakan perbedaan alamat dari lokasi saat ini untuk mengakses lokasi penyimpanan.
- Indirect Addressing: Menggunakan alamat yang ditunjukkan oleh register atau pointer untuk mengakses lokasi penyimpanan.

Selanjutnya materi yang diajarkan adalah akses dan operasi pada unit penyimpanan. Pentingnya mengetahui akses apa saja yang terdapat pada memory atau unit penyimpanan ini. Dan jenis operasi apa yang dapat dilakukan pada memory serta bagaimana skema pengalamatan yang dilakukan memory untuk menyimpan data. Berikut ada beberapa point penting yang menjelaskan secara lengkap dan inti

Pembacaan (Read) dan Penulisan (Write) Data dalam Unit Penyimpanan:

- Pembacaan data (Read): Proses membaca data dari lokasi penyimpanan dan mengambil nilainya.
- Penulisan data (Write): Proses menulis data ke lokasi penyimpanan dengan nilai yang ditentukan.

Operasi Baca-Tulis dan Prinsip-prinsip Kerjanya:

- Operasi Baca-Tulis: Kombinasi operasi pembacaan dan penulisan data. Biasanya digunakan untuk mengubah atau memodifikasi data yang sudah ada dalam unit penyimpanan.
- Prinsip-prinsip kerja operasi baca-tulis melibatkan pengiriman alamat memori yang dituju, proses pengambilan data dari lokasi penyimpanan (pembacaan) atau pengiriman data ke lokasi penyimpanan (penulisan), serta pembaruan status dan register yang terlibat.

Skema Pengalamatan dan Pengindeksan Data dalam Unit Penyimpanan:

- Skema pengalamatan digunakan untuk mengorganisasi dan mengakses data dalam unit penyimpanan. Contoh skema pengalamatan meliputi pengalamatan langsung (direct addressing), pengalamatan relatif (relative addressing), pengalamatan berbasis register (register-based addressing), atau pengalamatan dengan menggunakan indeks (index addressing).
- Pengindeksan data digunakan untuk mempercepat akses data dengan menggunakan indeks atau kunci untuk mengidentifikasi lokasi penyimpanan yang berkaitan dengan data tersebut.

Setelah sudah mengetahui banyak dari unit penyimpanan, baik itu berkaitan dengan memory utama, memory hanya baca, memory chace, dan kontrol memory. Beberapa jenis unit penyimpanan adalah dasar dari berbagai unit penyimpanan yang tengah dikembangkan saat ini. Berikut adalah beberapa perkembangan terkini dalam arsitektur unit penyimpanan, meliputi:

Teknologi Memori Baru:

- **Memori Berbasis Flash:** Memori flash digunakan dalam penyimpanan non-volatile yang dapat digunakan pada perangkat seperti USB drive, SSD, dan kartu memori.
- **Memori Resistive:** Memori resistive seperti ReRAM (Resistive Random Access Memory) menggunakan perubahan hambatan resistif untuk menyimpan data.
- **Memori Ferroelektrik:** Memori ferroelektrik seperti FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory) menggunakan medan listrik untuk menyimpan data.

Inovasi dalam Desain Memori:

- **Peningkatan Kecepatan:** Desain memori yang lebih cepat dengan peningkatan bandwidth dan akses waktu.
- **Peningkatan Kapasitas:** Desain memori yang memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menyimpan jumlah data yang lebih besar.
- **Efisiensi Energi:** Desain memori yang lebih efisien dalam penggunaan energi untuk mengurangi konsumsi daya dan panas yang dihasilkan.

Tantangan dan Tren dalam Pengembangan Arsitektur Unit Penyimpanan:

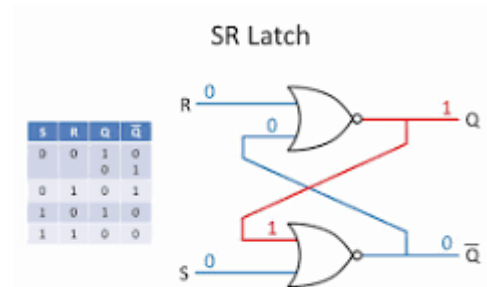
- Tantangan dalam pengembangan arsitektur unit penyimpanan meliputi meningkatkan kecepatan akses, mengurangi latensi, meningkatkan kepadatan penyimpanan, dan mengurangi konsumsi daya.
- Tren dalam pengembangan arsitektur unit penyimpanan mencakup penggunaan memori berbasis non-volatile, pengembangan teknologi memori 3D, penggabungan memori dan komputasi (in-memory computing), dan peningkatan efisiensi energi dengan teknik seperti pengelolaan daya adaptif.

1 Sifat Rangkaian Elemen-Elemen Penyimpanan

Elemen-elemen penyimpanan yang memiliki peran penting dalam penyimpanan dan pengambilan data. Flip-flop adalah elemen dasar yang berfungsi sebagai unit penyimpanan satu bit. Register adalah kumpulan flip-flop yang digunakan untuk menyimpan sejumlah bit data. RAM merupakan memori utama yang digunakan untuk menyimpan data dan instruksi yang sedang diproses oleh CPU. ROM adalah memori baca saja yang berisi data yang tidak dapat diubah. Flash memory adalah jenis memori non-volatile yang digunakan dalam berbagai perangkat dengan kapasitas penyimpanan yang besar. Setiap elemen penyimpanan memiliki karakteristik dan kegunaannya sendiri dalam mendukung operasi komputer. Masing-masing memiliki kecepatan akses, kapasitas, dan keandalan yang berbeda. Berikut perbandingan sifat rangkaian elemen penyimpanan, seperti latches, flip-flop, dan register clock, dapat dijelaskan dari berbagai aspek, termasuk struktur, fungsi, dan penggunaannya dalam desain sirkuit digital.

4. Latches:

Latches adalah elemen penyimpanan sederhana yang dapat menyimpan satu bit informasi. Mereka terdiri dari dua gerbang logika NAND atau NOR yang saling terhubung. Latches memiliki dua mode operasi, yaitu mode latch dan mode transparan.



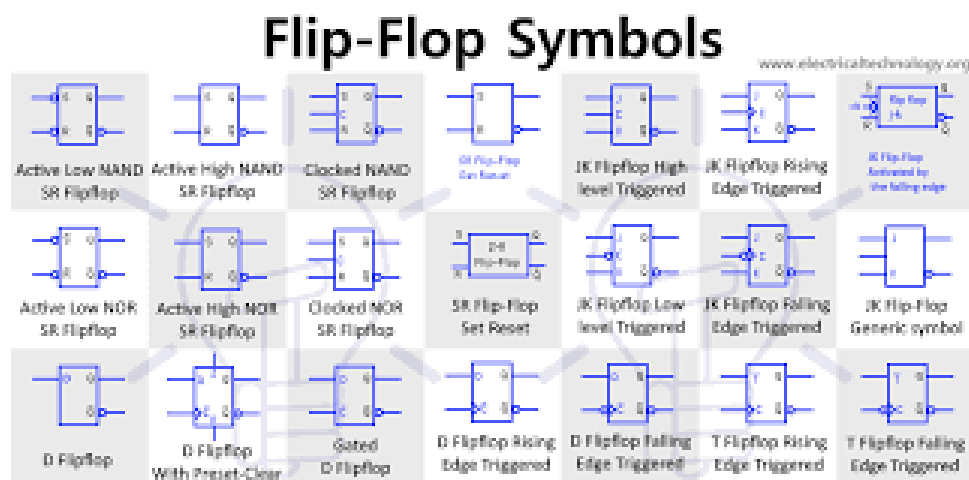
Dalam mode latch, output latch tetap mempertahankan nilainya saat clock tidak berubah. Sedangkan dalam mode transparan, output latch mengikuti perubahan input selama clock aktif. Latches dapat digunakan dalam desain sirkuit yang memerlukan penyimpanan sementara dan pemrosesan paralel, seperti dalam pembentukan alamat, penggeseran data, atau penyimpanan informasi status. Latch adalah elemen penyimpanan yang mirip dengan flip-flop, tetapi dapat bekerja secara asinkron, artinya data dapat berubah sepanjang waktu selama input berubah. Latch terdiri dari gerbang logika yang membentuk suatu feedback loop.

Latch mempunyai dua jenis yaitu D latch dan SR latch. D latch adalah latch yang menggunakan input D (Data) dan E (Enable) untuk mengendalikan penyimpanan data dan SR latch menggunakan input S (Set) dan R (Reset) untuk mengatur keadaan latch. Latch digunakan dalam desain sirkuit yang membutuhkan fungsi

penyimpanan sementara dengan waktu akses yang cepat. Mereka sering digunakan dalam desain register sederhana, alat pengunci (latch-up), dan elemen logika dalam rangkaian digital.

5. Flip-flop:

Flip-flop adalah elemen penyimpanan yang lebih kompleks dibandingkan dengan latches. Mereka memungkinkan penyimpanan bit informasi dengan sinkronisasi waktu yang lebih ketat. Flip-flop merupakan elemen penyimpanan yang terdiri dari beberapa gerbang logika yang diatur sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan satu bit informasi. Model flip-flop yang umum digunakan adalah D flip-flop, JK flip-flop, T flip-flop, dan SR flip-flop.

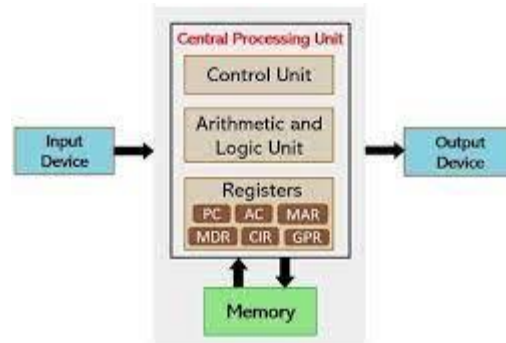


D flip-flop: D flip-flop menyimpan data input (D) pada saat sinyal clock berubah naik (rising edge). JK flip-flop: JK flip-flop memiliki dua input yaitu J dan K yang memiliki fungsi yang lebih fleksibel dibandingkan dengan D flip-flop. T flip-flop: T flip-flop memiliki satu input (T) yang akan mengubah keadaan flip-

flop sesuai dengan kondisi input dan sinyal clock. SR flip-flop: SR flip-flop memiliki dua input yaitu S (Set) dan R (Reset) yang digunakan untuk mengatur keadaan flip-flop. Flip-flop memiliki dua mode operasi utama, yaitu mode sinkron dan mode asinkron. Dalam mode sinkron, perubahan nilai input hanya terjadi pada tepat saat clock naik atau turun. Ini memastikan stabilitas sinyal dan mencegah gangguan yang tidak diinginkan. Flip-flop dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan penyimpanan data yang lebih andal dan sinkron, seperti dalam pengiriman data serial, pengaturan alamat, atau sinkronisasi sinyal dalam sistem terintegrasi selain itu juga sebagai elemen penyimpanan dalam register, penghitung (counter), pemrosesan sinyal, dan pengendalian dalam rangkaian logika.

6. Register:

Register adalah kumpulan dari beberapa flip-flop yang saling terhubung. Mereka menyediakan penyimpanan data paralel dengan lebar bit yang lebih besar. Register sering digunakan dalam desain sirkuit yang memerlukan penyimpanan dan pemrosesan data dalam jumlah besar, seperti dalam pengiriman data paralel, penyimpanan buffer, atau dalam unit pemrosesan digital.

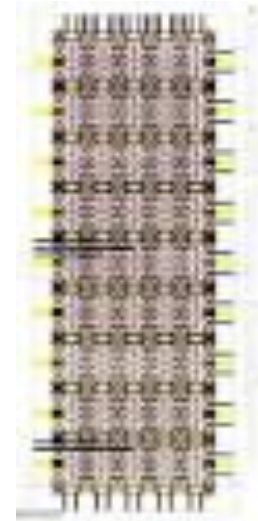


Computer System Architecture

Register biasanya memiliki input data, input clock, dan output data. Mereka memungkinkan penyimpanan data dalam waktu yang ditentukan oleh clock dan dapat mempertahankan data tersebut hingga diubah oleh operasi pemrosesan berikutnya. Register digunakan untuk menyimpan data dalam aplikasi yang membutuhkan pengolahan data sekuensial, seperti pemrosesan sinyal digital, pengendalian sistem, dan komunikasi serial. Mereka juga digunakan dalam pemrosesan paralel dan operasi aritmetika pada unit pengolahan sentral (CPU) komputer.

2 Sifat Circuit Pada Cell Memori.

Cell memori adalah unit dasar penyimpanan dalam sebuah sistem memori. Ini merupakan struktur yang dapat menyimpan dan mengambil informasi dalam bentuk digital. Cell memori bertanggung jawab untuk menyimpan data secara permanen atau sementara, tergantung pada jenis memori yang digunakan. Cell memori bekerja dengan mengubah keadaan fisik atau muatan pada struktur penyimpanan mereka untuk merepresentasikan data dalam bentuk 0 atau 1. Setiap cell memori memiliki alamat unik yang memungkinkan akses dan pemrosesan data yang efisien. Dalam sistem memori yang lebih besar, cell memori diatur dalam array dengan baris dan kolom untuk memungkinkan akses yang cepat dan paralel.



Circuit pada cell memori mengacu pada struktur dan karakteristik sirkuit yang digunakan dalam elemen penyimpanan memori, seperti sel-sel memori dalam RAM atau ROM. Sifat-sifat circuit pada cell memori sangat penting dalam menentukan performa, kecepatan, kapasitas, dan efisiensi energi dari memori tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai sifat circuit yang penting pada cell memory diantaranya:

1. Keamanan data: Circuit pada cell memori harus mampu menjaga keamanan dan keintegritasan data yang disimpan di dalamnya. Hal ini melibatkan mekanisme penulisan dan pembacaan data yang akurat serta perlindungan dari noise atau gangguan yang dapat menyebabkan kesalahan baca/tulis.

2. Stabilitas penyimpanan: Circuit pada cell memori harus mampu menjaga stabilitas penyimpanan data dalam jangka waktu yang lama. Data yang disimpan dalam cell memori harus dapat dipertahankan secara stabil dan tidak mengalami degradasi atau kehilangan informasi seiring berjalannya waktu.
3. Kecepatan akses: Circuit pada cell memori harus dirancang untuk memberikan akses data yang cepat dan responsif. Kecepatan akses sangat penting dalam memori utama dan cache, di mana data harus dapat diakses dengan latensi yang rendah untuk mendukung kinerja sistem yang optimal.
4. Kapasitas penyimpanan: Circuit pada cell memori harus mampu menyimpan dan menghasilkan kapasitas penyimpanan yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Kapasitas penyimpanan memori dapat ditingkatkan dengan memperluas jumlah sel memori dalam struktur yang efisien dan memaksimalkan efisiensi ruang.
5. Konsumsi daya: Circuit pada cell memori harus efisien dalam penggunaan daya. Dalam aplikasi dengan daya terbatas, seperti perangkat mobile atau sensor nirkabel, penting untuk mengoptimalkan konsumsi daya dari circuit memori sehingga daya baterai dapat bertahan lebih lama.
6. Skalabilitas: Circuit pada cell memori harus dapat diimplementasikan dalam skala yang besar. Dalam aplikasi yang membutuhkan memori dengan kapasitas yang sangat besar, seperti memori utama pada komputer server atau data center, circuit harus mampu diintegrasikan secara efisien dalam skala yang besar.

Selain sifat dari circuit terdapat beberapa aspek penting yang harus diperhatikan pada circuit pada cell diantaranya ialah:

1. Noise immunity: Circuit pada cell memori harus memiliki ketahanan terhadap noise atau gangguan yang dapat mempengaruhi keakuratan pembacaan dan penulisan data. Gangguan seperti jitter, cross-talk, atau interferensi elektromagnetik dapat mengganggu integritas data dalam cell memori. Oleh karena itu, desain circuit harus mempertimbangkan mekanisme penghilangan atau pengurangan noise.
2. Keandalan dan toleransi kesalahan: Circuit pada cell memori harus dapat menangani kesalahan yang mungkin terjadi selama operasi. Kesalahan dapat terjadi akibat efek fisik seperti noise termal, kerusakan transistor, atau kegagalan sirkuit. Oleh karena itu, teknik error correction dan detection harus diterapkan dalam desain circuit untuk memastikan keandalan data yang tinggi.
3. Latensi dan waktu akses: Circuit pada cell memori harus memiliki latensi yang rendah dan waktu akses yang cepat. Latensi mengacu pada waktu yang diperlukan untuk mengakses data dari memori, sedangkan waktu akses adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengambil atau menyimpan data ke dalam cell memori. Desain circuit yang efisien dan penggunaan teknik seperti prediksi akses atau pipelining dapat membantu mengurangi latensi dan meningkatkan waktu akses.
4. Daya dan energi: Circuit pada cell memori harus efisien dalam penggunaan daya dan energi. Dalam banyak aplikasi, terutama pada perangkat baterai portabel atau

sistem dengan daya terbatas, penting untuk mengoptimalkan konsumsi daya circuit memori untuk memperpanjang masa pakai baterai atau mengurangi beban daya sistem secara keseluruhan.

Pemilihan jenis cell memori yang tepat tergantung pada kecepatan akses, kepadatan data, daya yang dibutuhkan, dan aplikasi yang diinginkan. Berdasarkan sifat circuit terdapat beberapa jenis cell memori yang umum digunakan, seperti :

1. RAM Statik (SRAM):

- Menggunakan flip-flop sebagai elemen penyimpanan dalam setiap cell memori.
- Setiap cell terdiri dari beberapa transistor yang membentuk rangkaian flip-flop.
- Tidak memerlukan proses refresh secara periodik seperti DRAM.
- Memiliki waktu akses yang cepat dan memiliki kecepatan transfer data yang tinggi.
- Lebih stabil dalam mempertahankan data, karena data tetap tersimpan selama catu daya masih aktif.
- Membutuhkan lebih banyak area fisik dan lebih kompleks dalam desainnya dibandingkan dengan DRAM.

2. RAM Dinamis (DRAM):

- Menggunakan kapasitor untuk menyimpan data dalam setiap cell memori.
- Setiap cell terdiri dari kapasitor dan transistor sebagai switch untuk mengakses data.

- Kapasitor dalam DRAM membutuhkan proses refresh periodik untuk mempertahankan data.
- Memiliki kepadatan data yang lebih tinggi dan lebih hemat ruang fisik dibandingkan dengan SRAM.
- Memiliki waktu akses yang lebih lambat dan transfer data yang lebih lambat dibandingkan dengan SRAM.
- Lebih rentan terhadap gangguan dan kebocoran muatan kapasitor dibandingkan dengan SRAM.

3. ROM (Read-Only Memory):

- Merupakan jenis memori yang digunakan untuk menyimpan data yang tidak dapat diubah atau diprogram oleh pengguna.
- Data pada ROM diatur selama proses fabrikasi dan tidak dapat diubah secara langsung.
- Memiliki sifat non-volatile, artinya data yang disimpan tetap terjaga bahkan saat catu daya dimatikan.
- Tidak memerlukan proses refresh atau kehilangan data seperti DRAM atau SRAM.
- Memiliki waktu akses yang cepat dan konsumsi daya yang rendah.
- Tidak fleksibel dalam hal pembaruan data, karena data yang tersimpan tidak dapat diubah oleh pengguna.

Perbedaan sifat circuit pada SRAM, DRAM, dan ROM mempengaruhi kinerja, kecepatan, kepadatan data, dan fleksibilitas penggunaan dalam aplikasi yang

berbeda. Pemilihan jenis memori yang tepat tergantung pada kebutuhan spesifik, seperti kecepatan akses, kapasitas penyimpanan, dan stabilitas data yang dibutuhkan dalam sistem yang dirancang.

3 Perbandingan Elemen Penyimpanan dan Cell Memori Pada Tradeoffs

Tradeoffs merujuk pada situasi di mana kita harus melakukan pengorbanan atau membuat pilihan antara dua atau lebih opsi yang saling bertentangan. Dalam konteks perancangan dan pengembangan sistem atau produk, tradeoffs adalah keputusan yang diambil untuk mencapai keseimbangan antara berbagai faktor yang saling bertentangan. Berikut ini adalah beberapa perbandingan yang umum terjadi:

Kecepatan akses vs. Kapasitas

Cell memori seperti SRAM (Static Random Access Memory) memiliki kecepatan akses yang sangat cepat, namun memiliki kapasitas penyimpanan yang relatif kecil. Di sisi lain, memori utama seperti DRAM (Dynamic Random Access Memory) memiliki kapasitas yang lebih besar namun dengan kecepatan akses yang sedikit lebih lambat. Dalam aplikasi yang membutuhkan akses data yang cepat, SRAM dapat lebih diutamakan, sementara dalam aplikasi yang membutuhkan kapasitas besar, DRAM dapat lebih cocok.

Keandalan vs. Biaya

Memori dengan tingkat keandalan yang tinggi seperti memori ECC (Error-Correcting Code) dapat mendeteksi dan memperbaiki kesalahan data yang mungkin terjadi. Namun, keandalan ini biasanya datang dengan biaya yang lebih tinggi. Di sisi lain,

memori yang lebih murah seperti NAND Flash memiliki keandalan yang lebih rendah. Pemilihan elemen penyimpanan dan cell memori harus mempertimbangkan tingkat keandalan yang diperlukan dalam sistem serta ketersediaan anggaran.

Konsumsi daya vs. Performa

Beberapa jenis memori seperti SRAM dan memori cache memiliki konsumsi daya yang lebih tinggi, namun menawarkan performa yang sangat cepat. Sementara itu, memori non-volatile seperti Flash memori memiliki konsumsi daya yang lebih rendah namun memiliki kecepatan akses yang lebih lambat. Dalam aplikasi dengan batasan daya, memilih elemen penyimpanan yang mengoptimalkan konsumsi daya dapat menjadi pertimbangan yang penting.

Ketahanan terhadap radikal lingkungan vs. Kecepatan akses

Memori yang tahan terhadap radiasi dan lingkungan yang keras seperti memori MRAM (Magnetic Random Access Memory) dapat digunakan dalam aplikasi di lingkungan yang ekstrim. Namun, kecepatan akses MRAM umumnya lebih lambat dibandingkan dengan memori konvensional. Pertimbangan perbedaan ini harus dipertimbangkan tergantung pada kebutuhan spesifik aplikasi.

Perbandingan antara elemen penyimpanan dan cell memori sangat penting dalam desain dan implementasi sistem komputer dan elektronik. Hal ini dikarenakan pilihan elemen penyimpanan yang tepat dapat berdampak signifikan pada performa, kapasitas, keandalan, dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Pemilihan yang tepat antara elemen penyimpanan dan cell memori melibatkan

evaluasi tradeoff dalam berbagai aspek ada beberapa alasan utama mengapa perbandingan dilakukan meliputi kinerja sistem, kapasitas penyimpanan, keandalan berkelanjutan, dan efisiensi energi.

4 Sinyal Input, Output, dan Clock Pada Diagram Waktu

Diagram waktu adalah representasi grafis dari urutan peristiwa atau sinyal dalam rangkaian elektronik atau sistem digital. Diagram waktu digunakan untuk memvisualisasikan hubungan waktu antara sinyal input dan output dalam suatu sistem. Biasanya, diagram waktu menggunakan sumbu horizontal untuk mewakili sumbu waktu dan sumbu vertikal untuk mewakili tingkat sinyal. Diagram waktu sangat berguna dalam menganalisis perilaku dan kinerja sistem digital. Dengan menggunakan diagram waktu, kita dapat melihat bagaimana sinyal-sinyal berinteraksi dan berubah seiring waktu. Diagram waktu membantu dalam mengidentifikasi propagasi sinyal, penundaan, konflik logika, dan perilaku lainnya yang dapat mempengaruhi operasi sistem. Pada diagram waktu untuk perangkat penyimpanan, biasanya terdapat tiga sinyal utama yang diperlihatkan: sinyal input, sinyal output, dan sinyal clock.

Sinyal input pada diagram waktu menunjukkan perubahan tingkat sinyal yang diterapkan ke perangkat penyimpanan. Sinyal input ini mungkin berupa data yang akan disimpan atau instruksi yang akan dieksekusi. Dalam diagram waktu, sinyal input akan digambarkan sebagai garis atau kurva yang menunjukkan perubahan nilai atau tingkat sinyal seiring waktu.

Sinyal output pada diagram waktu menunjukkan hasil penyimpanan atau keluaran dari perangkat penyimpanan. Sinyal output ini menunjukkan nilai yang disimpan dalam perangkat atau hasil pemrosesan data. Sinyal output juga akan digambarkan sebagai garis atau kurva yang menggambarkan perubahan nilai atau tingkat sinyal seiring waktu.

Sinyal clock pada diagram waktu merupakan sinyal yang mengatur waktu operasi perangkat penyimpanan. Sinyal clock ini memberikan impuls atau pulsa yang menandai saat-saat di mana data harus dibaca atau ditulis. Sinyal clock akan digambarkan sebagai serangkaian pulsa atau gelombang yang menunjukkan frekuensi dan durasi operasi perangkat penyimpanan.

Ketiga hal ini sangat terkait erat dalam waktu akses memory untuk melakukan aksi. Dalam memory terdapat dua akses utama yaitu write dan read data. Kedua hal ini tentu mempunyai waktu dalam eksekusinya dibawah ini ada tabel untuk diagram waktu tulis di memory dan diagram waktu tulis di memory.

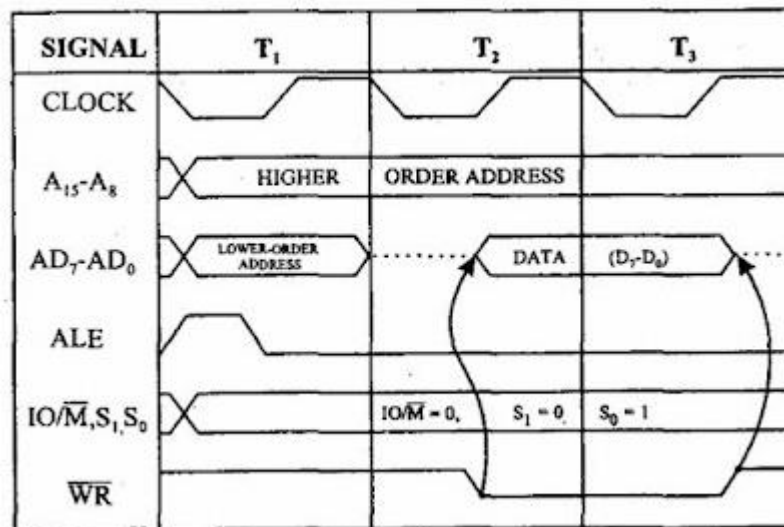


Diagram waktu penulisan memori dapat dijelaskan sebagai berikut:

- MP menempatkan alamat memori 16-bit dari penghitung program pada bus alamat. Pada periode waktu T₁, alamat memori orde tinggi ditempatkan pada bus alamat A₁₅ – A₈. Saat ALE tinggi, alamat yang lebih rendah ditempatkan di bus AD₇ – AD₀. Sinyal status IO/ \overline{M} menjadi rendah menunjukkan operasi memori dan dua sinyal status S₁ = 0, S₀ = 1 untuk menunjukkan operasi tulis memori.
- Pada periode waktu T₂, MP mengirimkan jalur kontrol \overline{WR} untuk mengaktifkan penulisan memori. Saat memori diaktifkan dengan sinyal \overline{WR} , data dari prosesor ditempatkan di lokasi yang dituju dengan ALE rendah.
- Data dicapai di lokasi memori selama kondisi T₃. Saat data tercapai, sinyal \overline{WR} menjadi tinggi. Ini menyebabkan bus masuk ke kondisi impedansi tinggi.

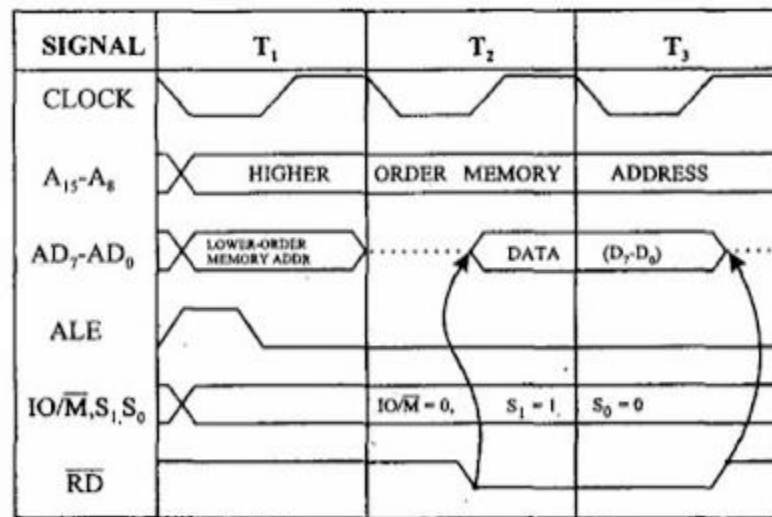


Diagram waktu pembacaan memori dapat dijelaskan sebagai berikut:

- MP menempatkan alamat memori 16-bit dari penghitung program pada bus alamat. Pada periode waktu T₁, alamat memori orde tinggi ditempatkan pada baris alamat A₁₅ – A₈. Saat ALE tinggi, alamat yang lebih rendah ditempatkan di bus AD₇ – AD₀. Sinyal status IO/ \overline{M} (bar) menjadi rendah menunjukkan operasi memori dan dua sinyal status S₁ = 1, S₀ = 0 untuk menunjukkan operasi baca memori.
- Pada periode waktu T₂, MP mengirimkan jalur kontrol RD(bar) untuk mengaktifkan pembacaan memori. Saat memori diaktifkan dengan sinyal RD(bar), data dari lokasi memori yang dialamatkan ditempatkan pada bus data dengan ALE rendah.
- Data dicapai pada register prosesor selama kondisi T₃. Saat data tiba, sinyal RD (bar) menjadi tinggi. Ini menyebabkan bus masuk ke kondisi impedansi tinggi.

Dalam diagram waktu, hubungan antara sinyal input, sinyal output, dan sinyal clock akan terlihat dalam konteks operasi perangkat penyimpanan. Misalnya, jika sinyal clock naik, itu menunjukkan permulaan siklus operasi dan perangkat penyimpanan siap untuk menerima atau mengirim data. Desain rangkaian waktu melibatkan pengaturan urutan operasi dalam sirkuit digital. Rangkaian waktu digunakan untuk mengendalikan aliran data dan timing operasi dalam sistem komputer. Rangkaian waktu dapat diimplementasikan menggunakan flip-flop, counter, dan timer. Desain rangkaian waktu melibatkan pengaturan sinyal clock yang mengatur kecepatan operasi sirkuit, sinkronisasi sinyal input dan output, dan pembangkitan sinyal kontrol untuk mengatur langkah-langkah operasi.

Dalam rangkaian logika digital, rangkaian transistor MOS digunakan untuk implementasi gerbang logika, flip-flop, dan memori. Sirkuit memori yang dirancang menggunakan elemen penyimpanan seperti RAM atau ROM dapat digunakan untuk menyimpan data dalam sistem komputer. Prinsip pengoperasian memori melibatkan proses membaca dan menulis data ke dalam elemen penyimpanan dengan mengatur sinyal baca dan tulis. Desain rangkaian waktu digunakan untuk mengatur urutan operasi dalam sirkuit dan mengendalikan timing operasi. Semua komponen ini saling terkait dalam desain sirkuit digital yang efisien dan handal.

D. Sinyal Input, Output, dan Clock Pada Diagram Waktu

Diagram waktu adalah representasi grafis dari urutan peristiwa atau sinyal dalam rangkaian elektronik atau sistem digital. Diagram waktu digunakan untuk memvisualisasikan hubungan waktu antara sinyal input dan output dalam suatu sistem. Biasanya, diagram waktu menggunakan sumbu horizontal untuk mewakili sumbu waktu dan sumbu vertikal untuk mewakili tingkat sinyal. Diagram waktu sangat berguna dalam menganalisis perilaku dan kinerja sistem digital. Dengan menggunakan diagram waktu, kita dapat melihat bagaimana sinyal-sinyal berinteraksi dan berubah seiring waktu. Diagram waktu membantu dalam mengidentifikasi propagasi sinyal, penundaan, konflik logika, dan perilaku lainnya yang dapat mempengaruhi operasi sistem. Pada diagram waktu untuk perangkat penyimpanan, biasanya terdapat tiga sinyal utama yang diperlihatkan: sinyal input, sinyal output, dan sinyal clock.

1 Input

Sinyal input pada diagram waktu menunjukkan perubahan tingkat sinyal yang diterapkan ke perangkat penyimpanan. Sinyal input ini mungkin berupa data yang akan disimpan atau instruksi yang akan dieksekusi. Dalam diagram waktu, sinyal input akan digambarkan sebagai garis atau kurva yang menunjukkan perubahan nilai atau tingkat sinyal seiring waktu.

2 Output

Sinyal output pada diagram waktu menunjukkan hasil penyimpanan atau keluaran dari perangkat penyimpanan. Sinyal output ini menunjukkan nilai yang

disimpan dalam perangkat atau hasil pemrosesan data. Sinyal output juga akan digambarkan sebagai garis atau kurva yang menggambarkan perubahan nilai atau tingkat sinyal seiring waktu.

3 Clock

Sinyal clock pada diagram waktu merupakan sinyal yang mengatur waktu operasi perangkat penyimpanan. Sinyal clock ini memberikan impuls atau pulsa yang menandai saat-saat di mana data harus dibaca atau ditulis. Sinyal clock akan digambarkan sebagai serangkaian pulsa atau gelombang yang menunjukkan frekuensi dan durasi operasi perangkat penyimpanan.

Ketiga hal ini sangat terkait erat dalam waktu akses memory untuk melakukan aksi. Dalam memory terdapat dua akses utama yaitu write dan read data. Kedua hal ini tentu mempunyai waktu dalam eksekusinya dibawah ini ada tabel untuk diagram waktu tulis di memory dan diagram waktu tulis di memory.

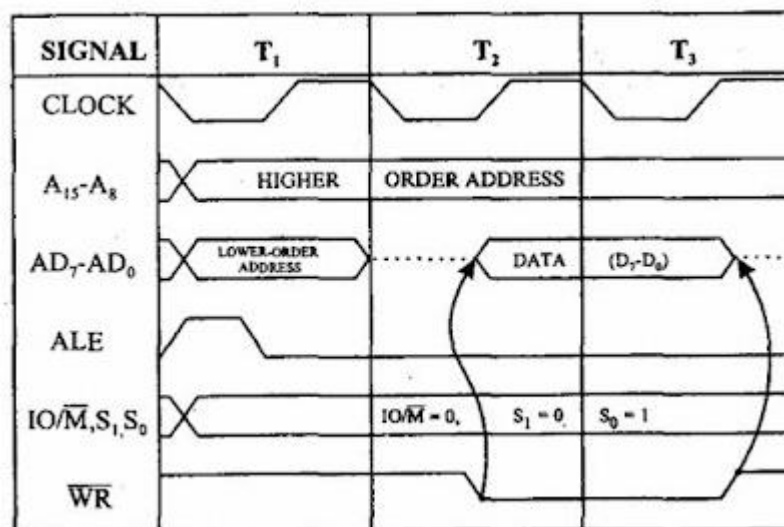


Diagram waktu penulisan memori dapat dijelaskan sebagai berikut:

- MP menempatkan alamat memori 16-bit dari penghitung program pada bus alamat. Pada periode waktu T_1 , alamat memori orde tinggi ditempatkan pada bus alamat $A_{15} - A_8$. Saat ALE tinggi, alamat yang lebih rendah ditempatkan di bus $AD_7 - AD_0$. Sinyal status $\overline{IO/M}$ menjadi rendah menunjukkan operasi memori dan dua sinyal status $S_1 = 0$, $S_0 = 1$ untuk menunjukkan operasi tulis memori.
- Pada periode waktu T_2 , MP mengirimkan jalur kontrol \overline{WR} untuk mengaktifkan penulisan memori. Saat memori diaktifkan dengan sinyal \overline{WR} , data dari prosesor ditempatkan di lokasi yang dituju dengan ALE rendah.
- Data dicapai di lokasi memori selama kondisi T_3 . Saat data tercapai, sinyal \overline{WR} (bar) menjadi tinggi. Ini menyebabkan bus masuk ke kondisi impedansi tinggi.

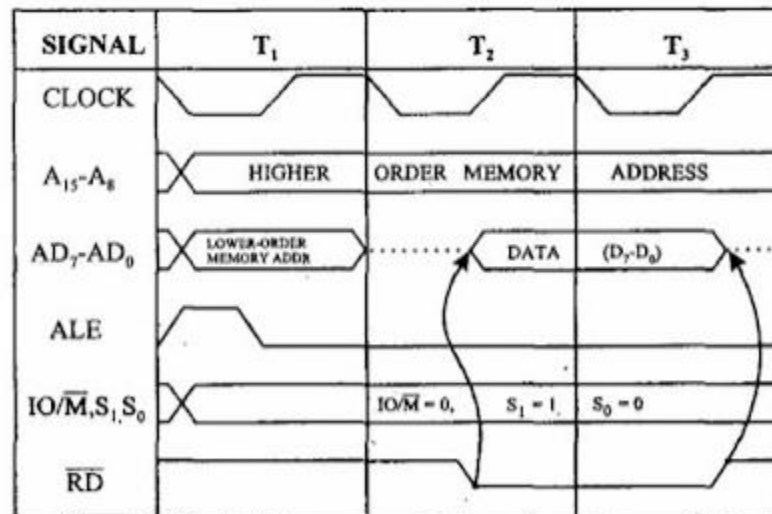


Diagram waktu pembacaan memori dapat dijelaskan sebagai berikut:

- MP menempatkan alamat memori 16-bit dari penghitung program pada bus alamat. Pada periode waktu T1, alamat memori orde tinggi ditempatkan pada bus alamat A15 – A8. Saat ALE tinggi, alamat yang lebih rendah ditempatkan di bus AD7 – AD0. Sinyal status IO/M(bar) menjadi rendah menunjukkan operasi memori dan dua sinyal status $S1 = 1$, $S0 = 0$ untuk menunjukkan operasi baca memori.
- Pada periode waktu T2, MP mengirimkan jalur kontrol RD(bar) untuk mengaktifkan pembacaan memori. Saat memori diaktifkan dengan sinyal RD(bar), data dari lokasi memori yang dialamatkan ditempatkan pada bus data dengan ALE rendah.
- Data dicapai pada register prosesor selama kondisi T3. Saat data tiba, sinyal RD (bar) menjadi tinggi. Ini menyebabkan bus masuk ke kondisi impedansi tinggi.

Dalam diagram waktu, hubungan antara sinyal input, sinyal output, dan sinyal clock akan terlihat dalam konteks operasi perangkat penyimpanan. Misalnya, jika sinyal clock naik, itu menunjukkan permulaan siklus operasi dan perangkat penyimpanan siap untuk menerima atau mengirim data. Desain rangkaian waktu melibatkan pengaturan urutan operasi dalam sirkuit digital. Rangkaian waktu digunakan untuk mengendalikan aliran data dan timing operasi dalam sistem komputer. Rangkaian waktu dapat diimplementasikan menggunakan flip-flop, counter, dan timer. Desain rangkaian waktu melibatkan pengaturan sinyal clock

yang mengatur kecepatan operasi sirkuit, sinkronisasi sinyal input dan output, dan pembangkitan sinyal kontrol untuk mengatur langkah-langkah operasi.

Dalam rangkaian logika digital, rangkaian transistor MOS digunakan untuk implementasi gerbang logika, flip-flop, dan memori. Sirkuit memori yang dirancang menggunakan elemen penyimpanan seperti RAM atau ROM dapat digunakan untuk menyimpan data dalam sistem komputer. Prinsip pengoperasian memori melibatkan proses membaca dan menulis data ke dalam elemen penyimpanan dengan mengatur sinyal baca dan tulis. Desain rangkaian waktu digunakan untuk mengatur urutan operasi dalam sirkuit dan mengendalikan timing operasi. Semua komponen ini saling terkait dalam desain sirkuit digital yang efisien dan handal.