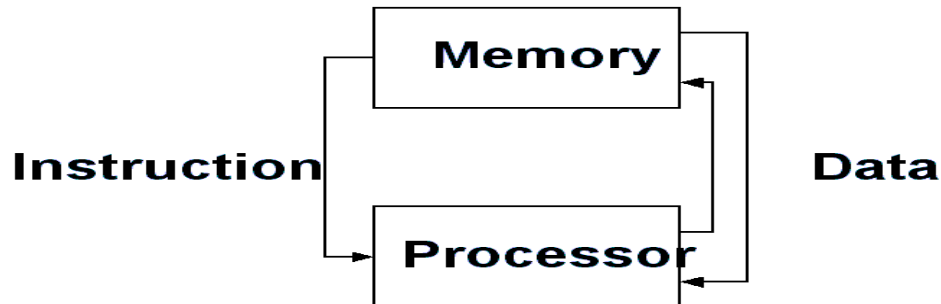


Arsitektur Komputer

Dua element utama pd sistem komputer konvensional:

- ◆ Memory
- ◆ Processor

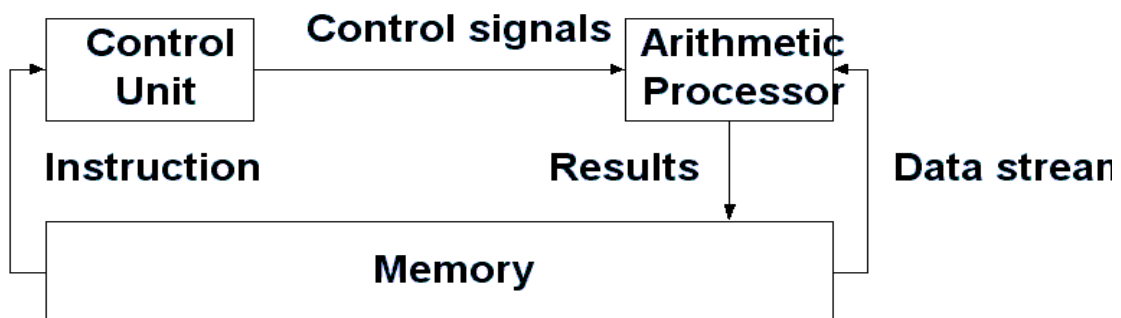


Memory-processor interconnection

Klasifikasi Arsitektur komputer (Michael Flynn), berdasarkan karakteristiknya termasuk banyaknya processor, banyaknya program yang dapat dieksekusi dan struktur memori:

Single Intruction Stream, Single Data Stream (SISD)

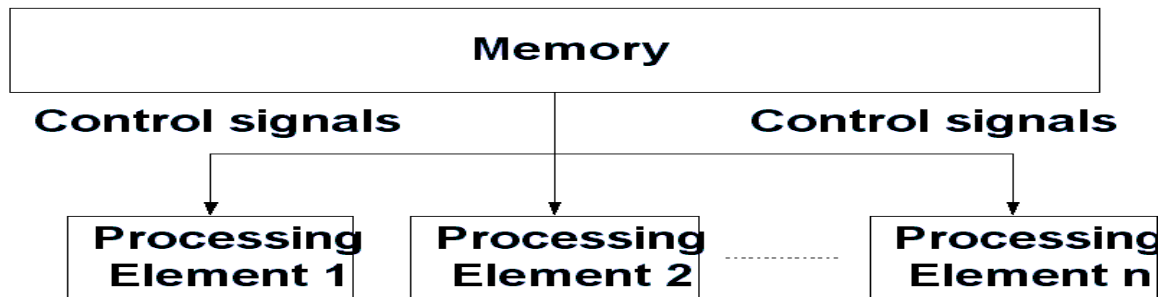
Satu CPU yang mengeksekusi instruksi satu persatu dan menjemput atau menyimpan data satu persatu



Model of an SISD architecture

Single Instruction Stream Multiple Data Stream (SIMD)

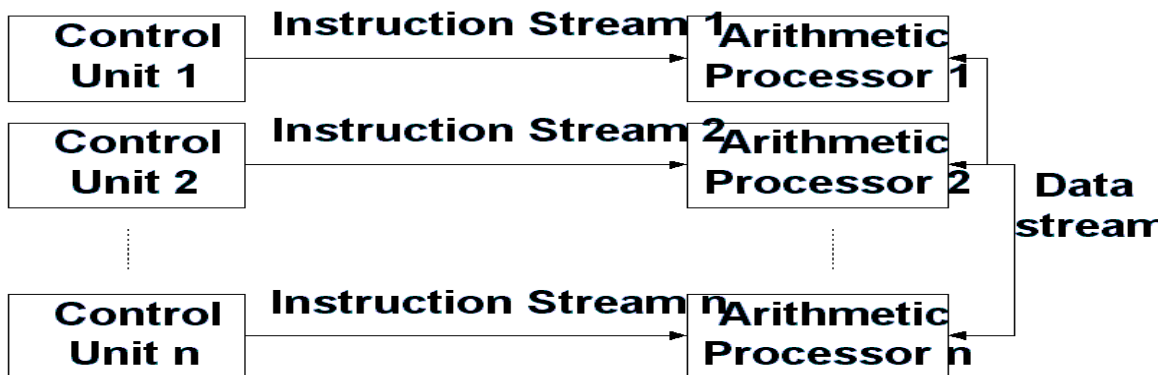
Satu unit kontrol yang mengeksekusi aliran tunggal instruksi, tetapi lebih dari satu Elemen Pemroses



Model of an SIMD architecture

Multiple Instruction Stream, Single Data Stream (MISD)

Mengeksekusi beberapa program yang berbeda terhadap data yang sama.



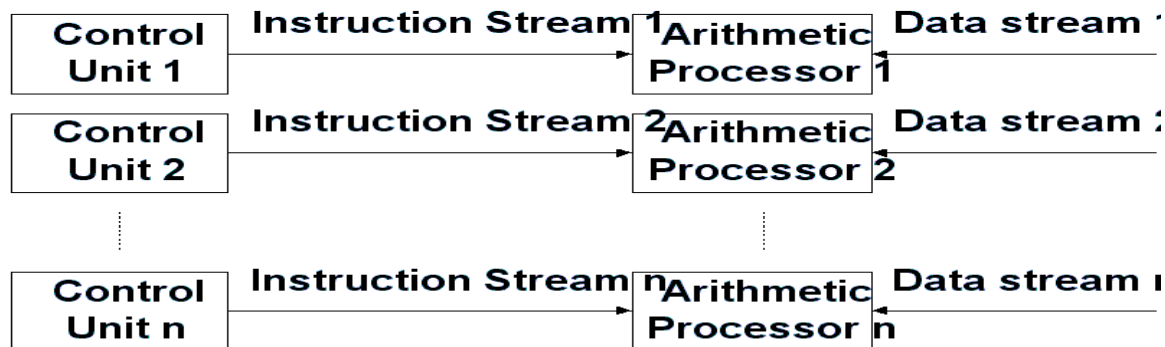
Model of an MISD architecture

Ada dua kategori:

1. Mesin dengan Unit pemroses berbeda dengan instruksi yang berbeda dengan data yang sama (sampai sekarang tidak ada mesin yang seperti ini)
2. Mesin, dimana data akan mengalir ke elemen pemroses serial

Multiple Instruction Stream, Multiple Data Stream (MISD)

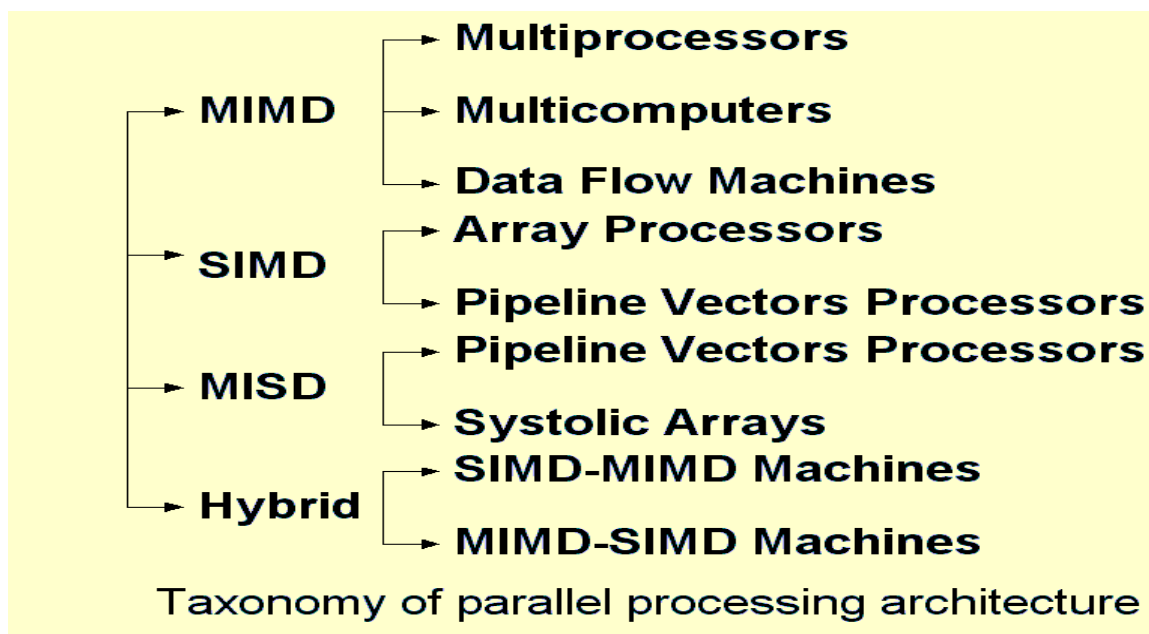
Juga disebut multiprocessors, dimana lebih dari satu proses dapat dieksekusi berikutan terhadap dengan datanya masing-masing



Model of an MIMD architecture

Arsitektur Paralel

Dalam taksonomi arsitektur paralel ada dua keluarga arsitektur paralel yang banyak diterapkan adalah: SIMD dan MIMD, dimana untuk mesin yang murni MISD tidak ada.

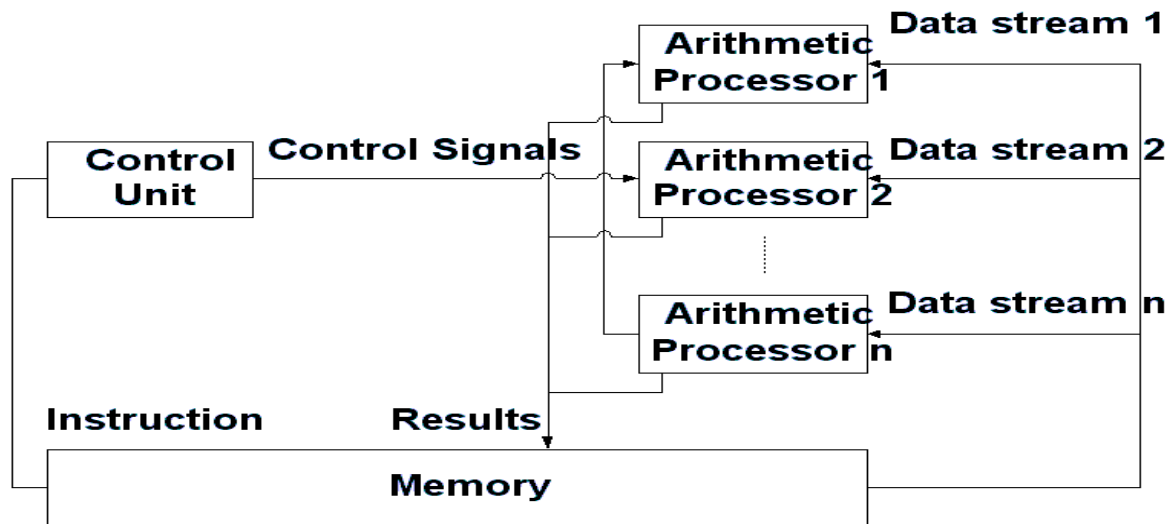


Taxonomy of parallel processing architecture

Arsitektur SIMD

Mesin SIMD secara umum mempunyai karakteristik sbb:

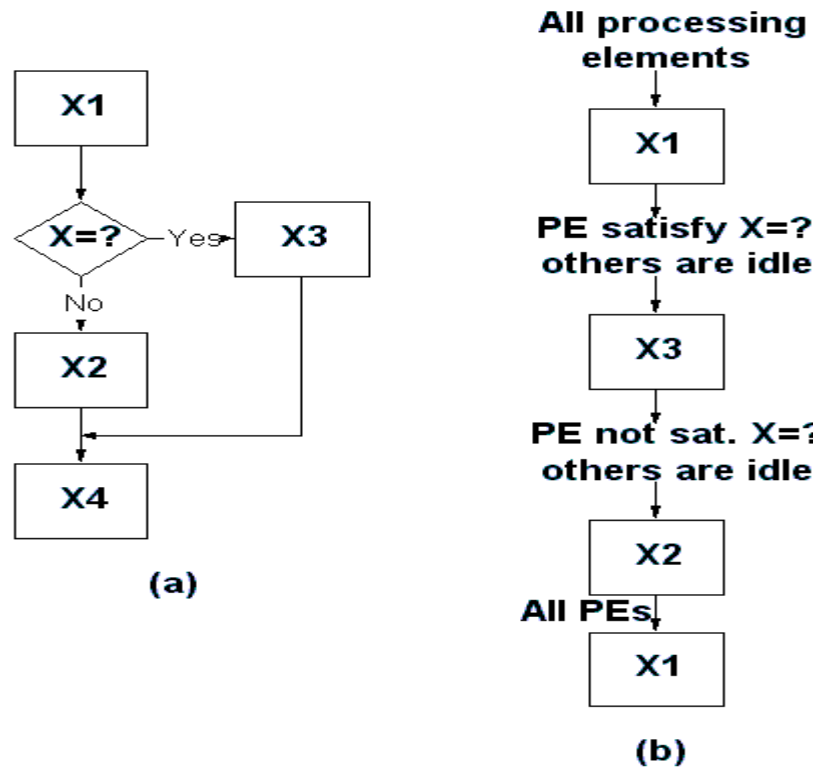
- ◆ Mendistribusi proses ke sejumlah besar hardware
- ◆ Beroperasi terhadap berbagai elemen data yang berbeda
- ◆ Melaksanakan komputasi yang sama terhadap semua elemen data



Model of an SIMD architecture

Peningkatan kecepatan pada SIMD proporsional dengan jumlah hardware (elemen pemroses) yang tersedia.

Sebagai perbandingan, pada gambar dibawah, untuk sistem SISD (a), X1, X2, X3, dan X4 merepresentasikan blok instruksi, setelah mengeksekusi X1, tergantung dari nilai X, X3 atau X2 dieksekusi kemudian X4. Pada sistem SIMD, beberapa aliran data ada yang memenuhi X=? dan ada yang tidak, maka beberapa elemen akan melakukan X3 dan yang lain akan melakukan X2 setelah itu semua elemen akan melakukan X4.

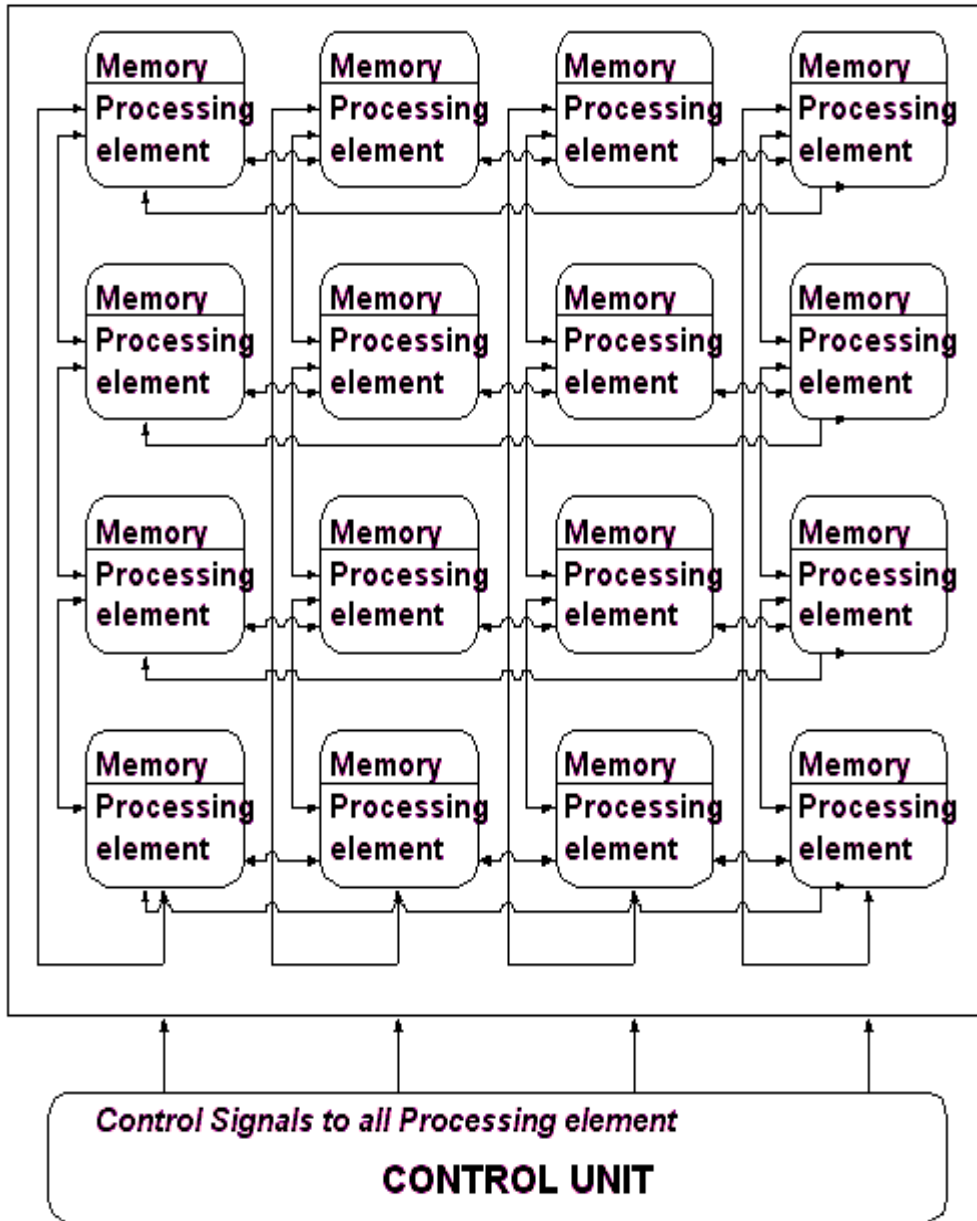


SISD and SIMD execution.
 (a) SISD execution. (b) SIMD execution

Array Element pemroses atau biasa disebut Processor Array dapat berbeda satu sama lain berdasarkan:

- ◆ Struktur elemen pemroses
- ◆ Struktur unit kontrol
- ◆ Struktur memori
- ◆ Topologi interkoneksi
- ◆ Struktur input/output

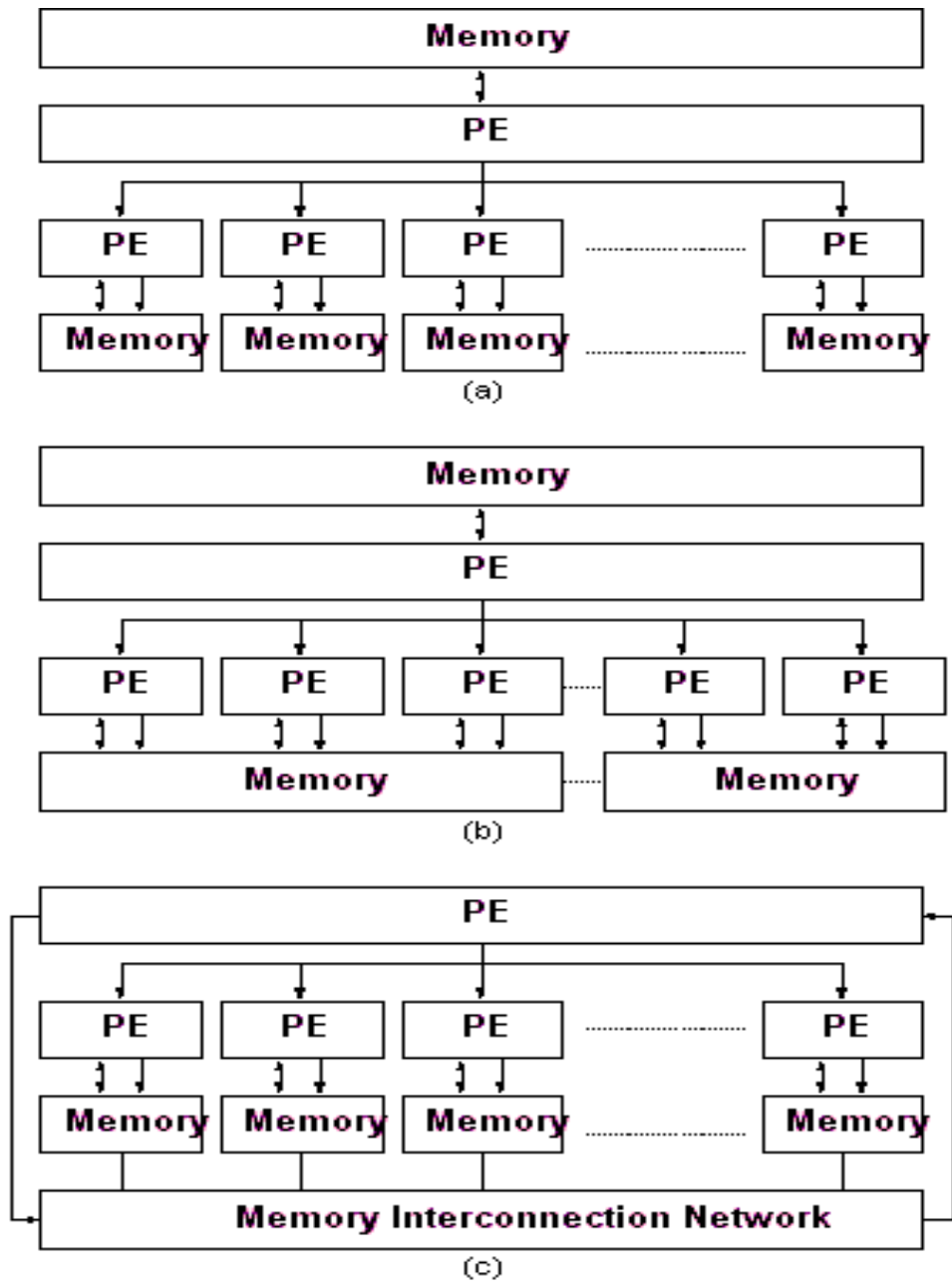
Struktur umum dari 16 elemen pemroses dan unit kontrol tunggal dapat dilihat pada gambar berikut



An SIMD architecture consisting of 16 processing elements and a single cc

Contoh komputer SIMD termasuk: ILLIAC IV, MPP, DAP, CM-2, MasPar MP-1, dan MasPar MP-2.

Tiga arsitektur pemroses array yang berbeda dapat dilihat pada gambar berikut.



Three different SIMD processor array architecture. (a) Good Massively Parallel Processor. (b) Goodyear's STARAH. (c) ILL

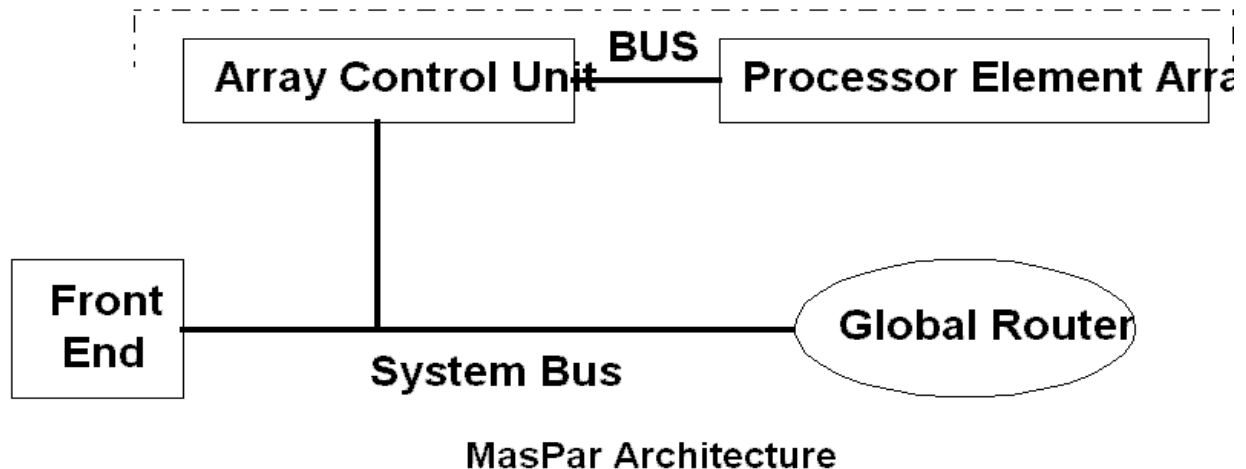
MasPar MP-1

Dua bagian utama dalam arsitektur MasPar yaitu:

1. MasPar Front End (DEC3100 WS dgn ULTRIX)
2. Data Parallel Unit (DPU)
 - ◆ Array Control Unit (ACU)
 - ◆ Processor Element Array (PE Array) (64X64 =4096 PEs)

Array Control Unit (ACU) melaksanakan dua tugas:

1. Eksekusi instruksi terhadap data singular
2. Secara simultan memberi instruksi yang beroperasi pada data paralel untuk tiap PE

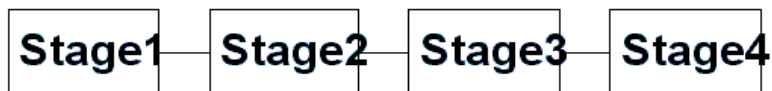


Arsitektur MISD

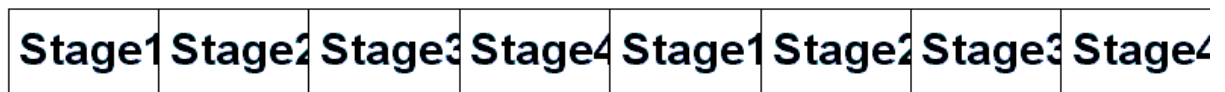
Prosesor pipeline adalah prosesor MISD yang bekerja berdasarkan prinsip pipelining. Pada pipeline proses dapat dibagi menjadi beberapa tahap dan beberapa proses dapat dilaksanakan secara simultan.

Pada gambar dibawah dapat dilihat perbedaan proses serial dengan pipeline

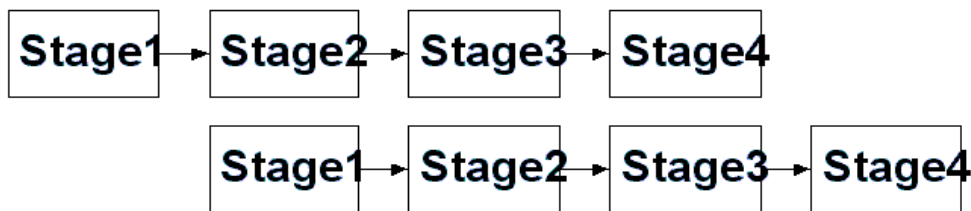
A process with 4 stages:



Serial execution of two processes consisting of 8 stage



Pipeline execution of two processes consisting of 8 sta



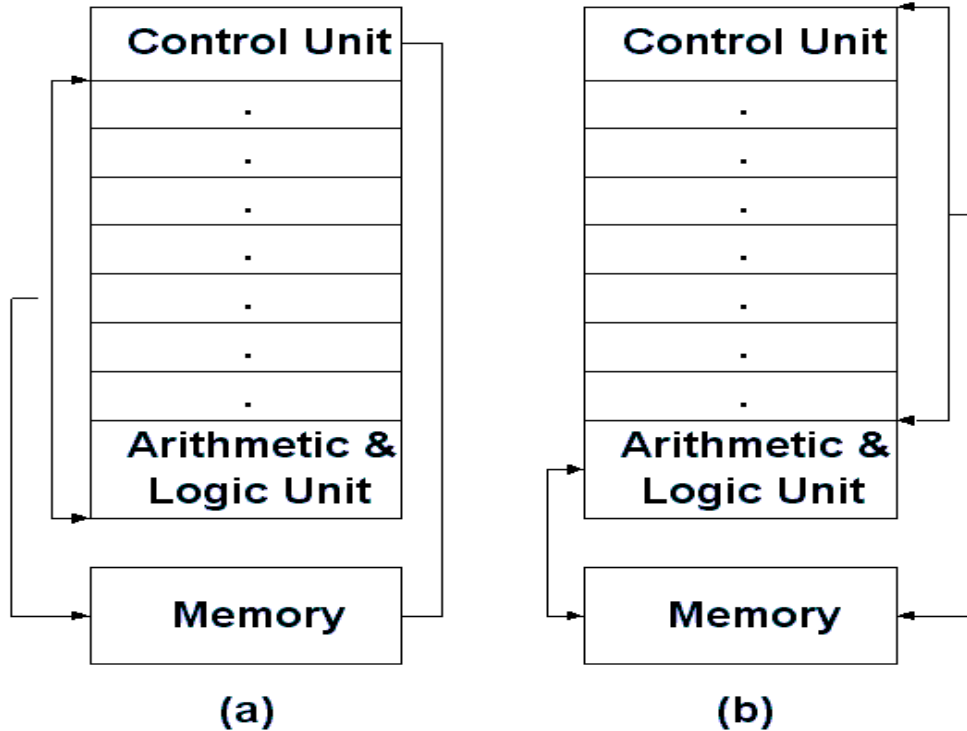
Waktu eksekusi lebih cepat dibandingkan dengan proses serial.

Prinsip pipelining dapat digunakan pada dua level yang berbeda:

⇒ Pipeline unit aritmatika

⇒ Pipeline unit kontrol

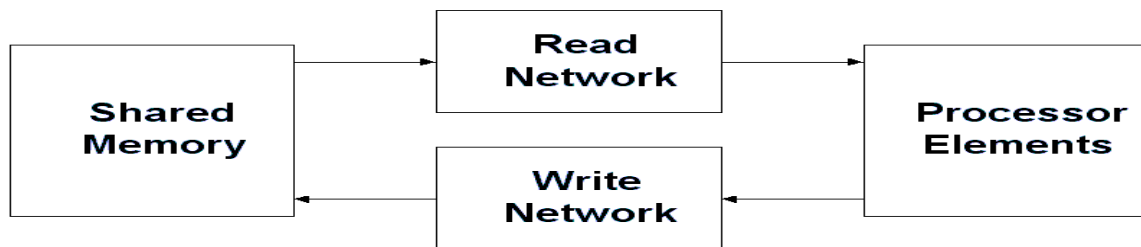
Seperti terlihat pada gambar dibawah:



**Principles of pipelining. (a) Arithmetic-unit pipelining
 (b) Control-unit pipelining**

Operasi pipeline dapat dilaksanakan secara siklus yaitu cyclic pipeline, dimana dapat dibagi dalam 5 tahap:

- **Operasi baca (dari shared memories)**
- **Operasi transfer (memori ke elemen pemroses)**
- **Operasi eksekusi (di elemen pemroses)**
- **Operasi transfer (elemen pemroses ke memori)**
- **Operasi simpan (di shared memories)**

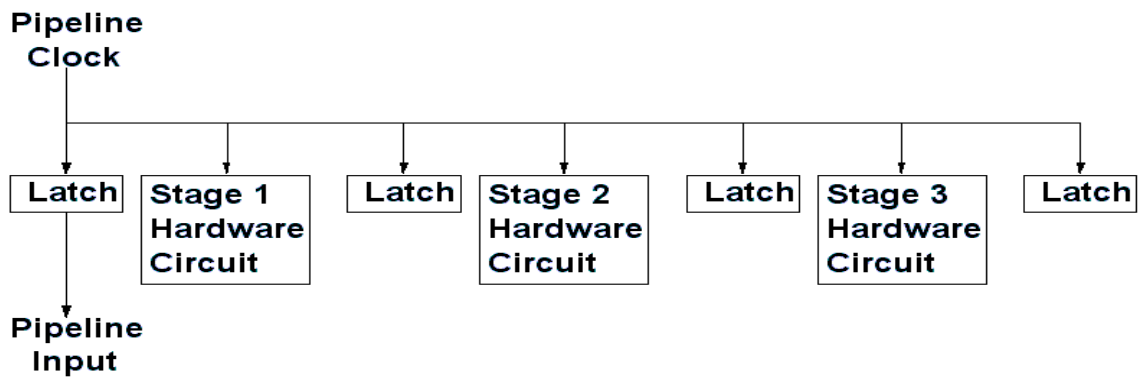


An example of a cyclic pipeline

Secara umum, prinsip pipeline dapat diterapkan pada berbagai level, seperti:

- Level instruksi (unit pemrosesan instruksi)
- Level subsystem (unit aritmatika pipeline)
- Level system (level hardware/software)

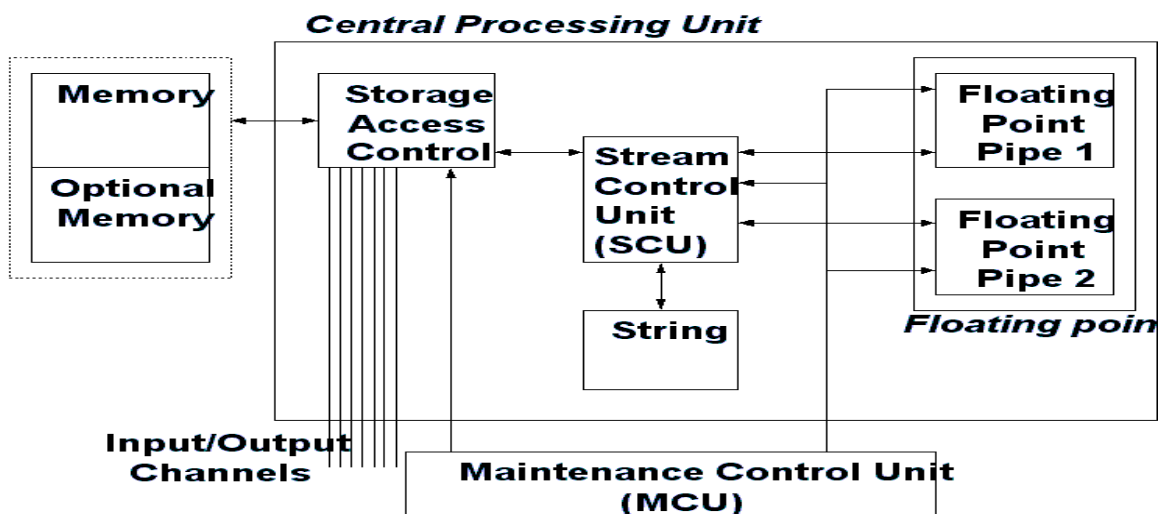
Secara umum arsitektur pipeline dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Architecture of a pipeline

CDC Star 100

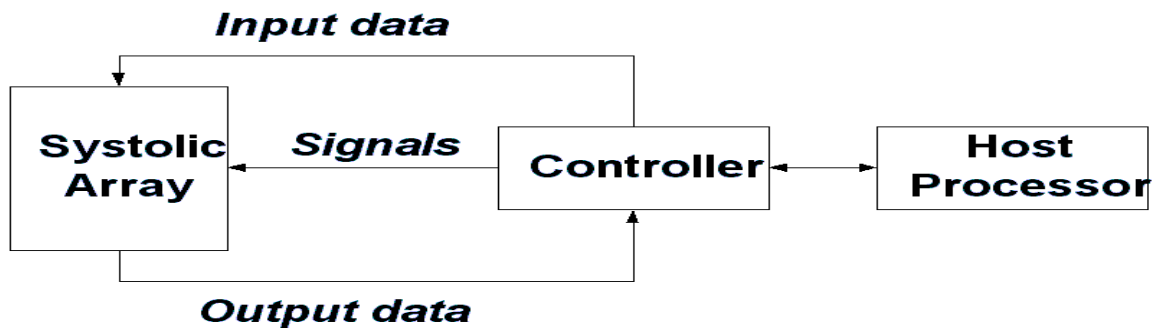
CPU terdiri dari dua unit aritmatika floating point pipeline



Block diagram of the CDC STAR 100 Architecture

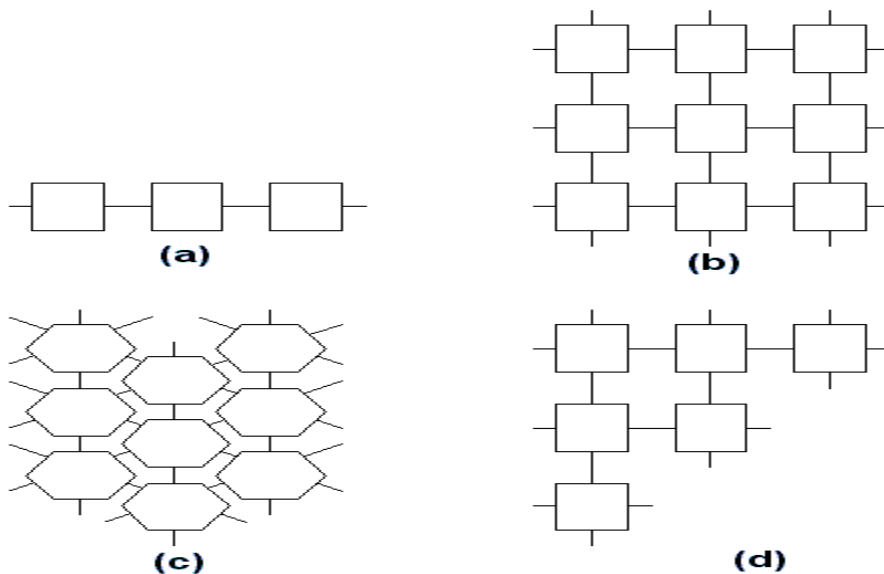
Systolic Array Processor

Merupakan arsitektur array pipeline multidimensional yang dirancang untuk mengimplementasikan fixed algorithm. Array systolic dibentuk dengan jaringan unit fungsional yang secara lokal terkoneksi. Array dapat beroperasi secara sinkronus dengan multidimensional pipelining.



Systolic array processor architecture

Dengan beberapa topologi array systolic seperti pada gambar berikut.



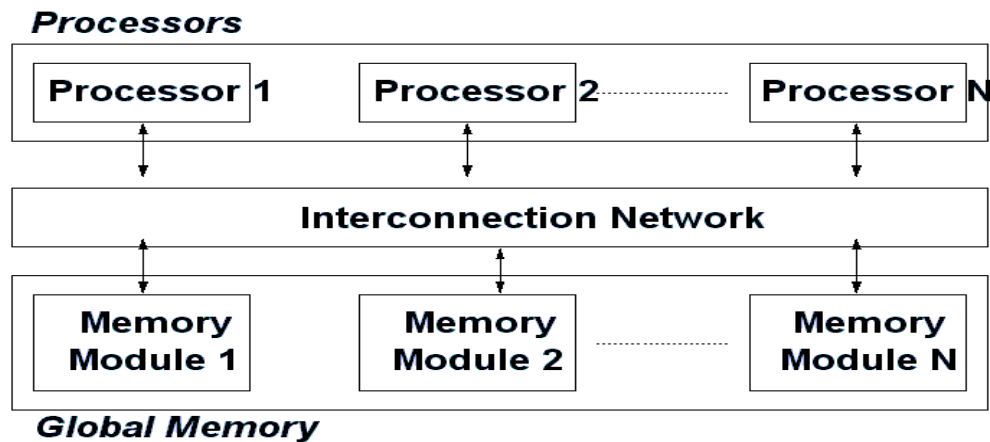
Systolic array topologies. (a) One-dimensional systolic line (b). Two-dimensional systolic square array. (c) Two-dimensional systolic hexagonal array. (d) Triangular systolic array

Arsitektur MIMD

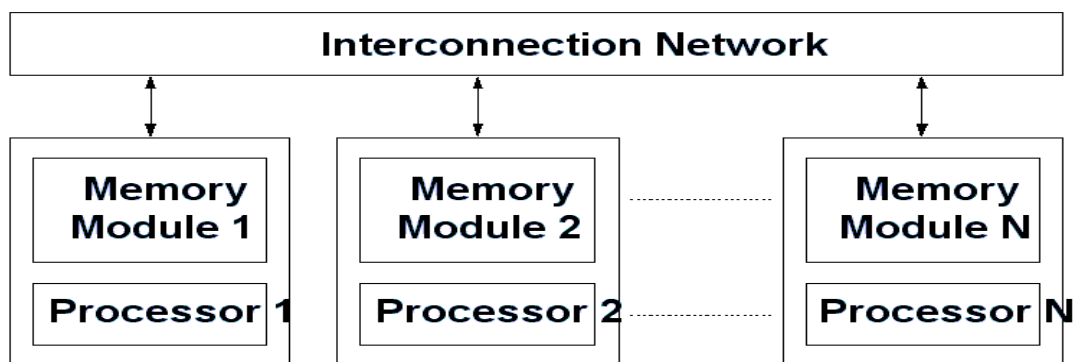
Sistem MIMD merupakan sistem multiprocessing atau multicomputer dimana tiap prosesor mempunyai unit kontrol dan program sendiri. Karakteristiknya:

- Proses didistribusikan ke beberapa prosesor independent
- Berbagi sumber daya, termasuk memori, processor
- Operasi tiap processor secara independent dan simultan
- Tiap processor menjalankan programnya sendiri

Komputer MIMD: sistem tightly coupled (global memory) dan loosely coupled (local memory).



A Pictorial view of tightly coupled MIMD architecture, known as shared global memory or uniform memory access (UMA) MIMD.

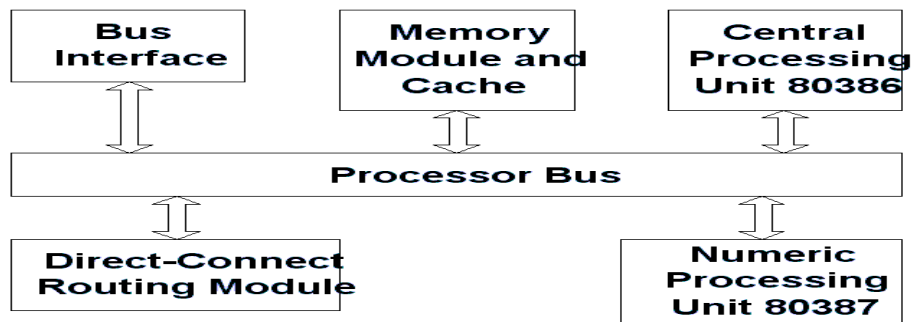


A Pictorial view of loosely coupled MIMD architecture, known as message passing, local memory or non-uniform memory access (NUMA) MIMD.

Intel iPSC Machines

Sistem iPSC terdiri dari: 1, 2 atau 4 unit komputasi (cube) dan prosesor host (cube manager). Cube merupakan processing nodes yang terinterkoneksi hypercube yang mempunyai memori dan prosesor sendiri.

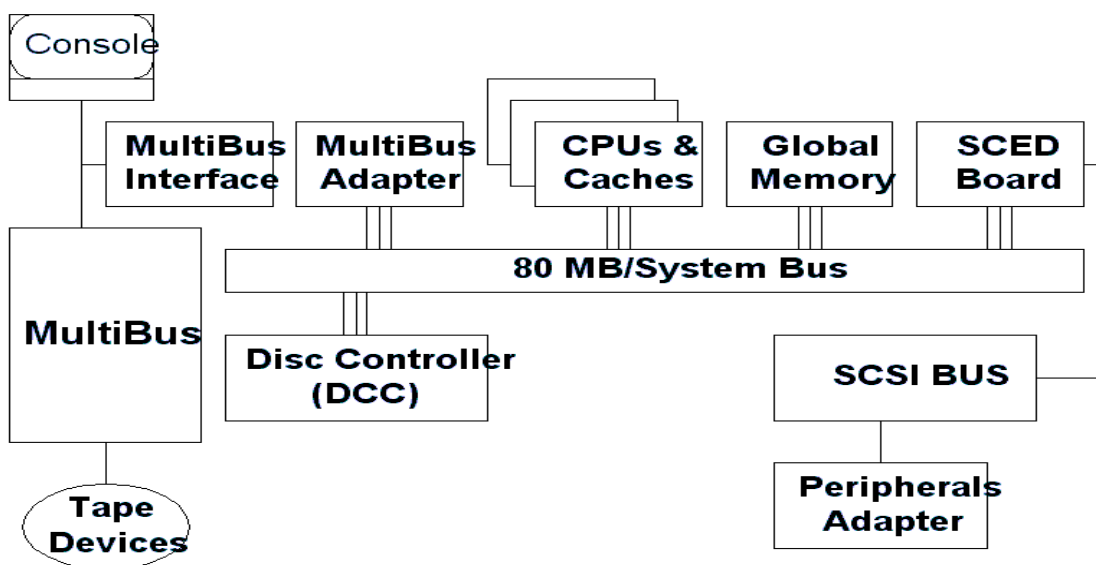
Contoh: iPSC/1 terdiri dari 32 nodes, cube manager dan 16 Mbytes memory unshared. Tiap node mempunyai arsitektur seperti pada gambar berikut:



Intel iPSC/2 node architecture (courtesy of Intel Scientific Compute

Symmetry Machine

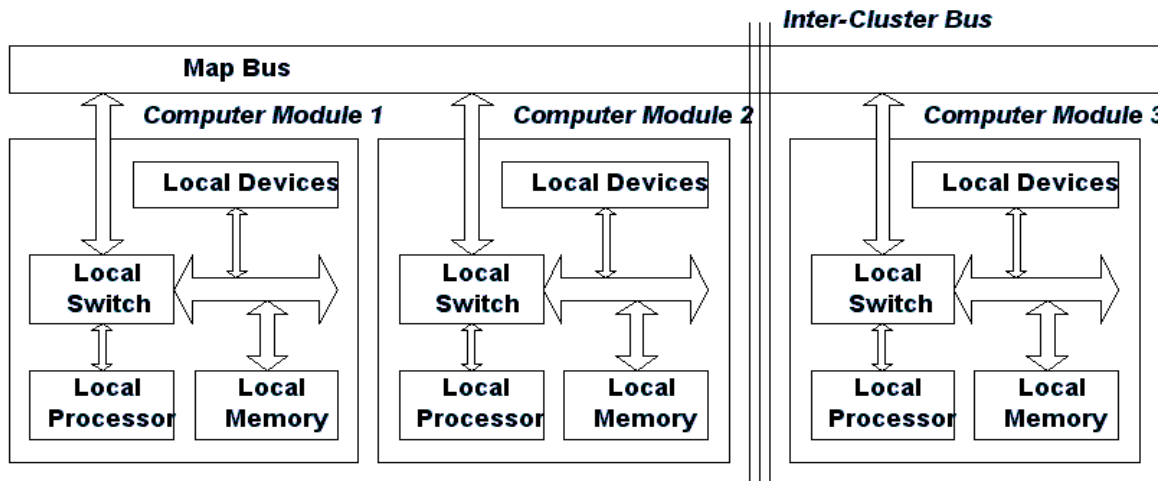
SM dapat memperkejakan 30 processor, dimana merupakan contoh UMA MIMD (tightly coupled)



Sequent Symmetry multiprocessor architecture

Carnegie-Mellon Multi-Mini_Processor (C.mmp)

Processor dikelompokkan ke dalam cluster local dan diorganisasikan kedalam struktur tree dan berkoneksi lewat Inter-Cluster Buses. Seperti terlihat pada gambar dibawah.



The structure of a cluster of three computer modules in C.m* architecture

Arsitektur Hibrid SIMD-MIMD

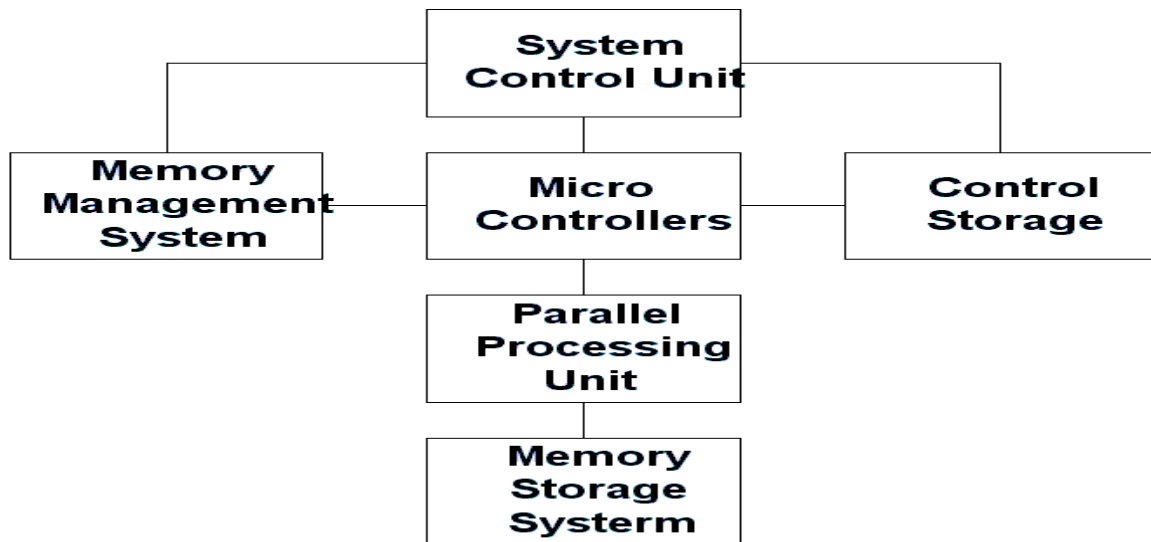
Arsitektur hibrid SIMD-MIMD adalah sistem pemrosesan paralel dengan struktur yang dapat diubah sebagai satu atau lebih arsitektur SIMD dan /atau MIMD independen dengan ukuran yang bervariasi.

Ada tiga kategori utama arsitektur SIMD-MIMD:

1. PASM: Partionable SIMD-MIMD systems
2. VLIW: Very Long Instruction Word systems
3. MSIMD: Multiple SIMD systems

Arsitektur PASM

Arsitektur PASM dikembangkan unutm image processing. Komponen dasar arsitektur ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Basic components of PASM architecture

System Control Unit bertanggung jawab terhadap penjadualan proses, alokasi sumber daya, modus paralelisme, dan koordinasi keseluruhan.

Microcontrollers mengontrol aktivitas, dimana masing-masing memiliki microprocessor dan dua unit memori untuk melaksanakan loading memori dan komputasi.

Microprocessors melaksanakan komputasi SIMD dan MIMD.

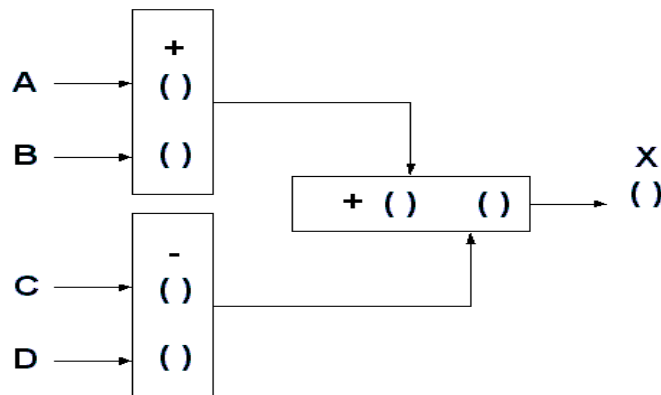
Memory modules digunakan untuk penyimpanan data dalam modus SIMD dan penyimpanan kedua data dan instruksi pada modus MIMD

Arsitektur VLIW

Elemen pemroses dibawah kontrol terpusat, tetapi individual elemen pemroses dapat melaksanakan operasi berbeda pada data yang berbeda. Instruksi yang sangat panjang pelaksanaannya dapat dilakukan secara paralel.

Arsitektur Aliran Data

Pada arsitektur aliran data, operasi dapat dilaksanakan dengan memperbolehkan instruksi dilaksanakan segera setelah operand dan sumber daya komputasinya tersedia. Bila data untuk beberapa instruksi datang secara bersamaan maka instruksi dapat dieksekusi secara paralel.



Graph representation for the expression $X = (A+B) * (C-D)$. The boxes in the graph are vertices to perform operations and the arrows represent arcs to pass the data to the

Arsitektur aliran data dibagi menjadi tiga kategori yang berbeda:

1. Arsitektur statis; dapat mengevaluasi hanya satu graf program
2. Arsitektur statis yang dapat di rekonfigurasi ulang; mempunyai beberapa processor dimana interkoneksi logika antar processor dibuat setelah program diload, maka koneksi ini harus ditentukan pada saat kompilasi dan program yang diload tetap selama eksekusi
3. Arsitektur Dinamis; arsitektur ini memungkinkan program untuk dievaluasi secara dinamis, koneksi logika antar processor dapat berubah selama eksekusi berlangsung