

Arsitektur Sistem Komputer (Computer System Architecture)

Sudimanto, S.T., M.Kom
FTI STMIK LIKMI, BANDUNG
email : sudianen@yahoo.com

Buku Ajar

1. William Stallings, **Computer Organization and Architecture**, Fifth Edition, Prentice Hall, 2000.
-

Buku Acuan

1. Carl V. Hamacher, et.al. Computer Organization, 4th Edition, 2000.
2. John P. Hayes, Computer Organization, Mc Graw Hill, 1992
3. Materi Kuliah Arsitektur Komputer, Ir. Ferianto Gozali, MSCS.

Course Objectives

- Review the development of computer systems
- Examine the operation of the major building blocks of a computer system
- Investigate the performance enhancements for each component

Course outline:

1. Introduction to Computer Systems
2. The Evolution of Computer Systems
3. Basic Structure of Computer System
4. Computer Architecture Performance Measures
5. Computer Interconnection Structures
6. Addressing Methods and Machine Program Sequencing
7. Internal and External Memory System
8. Input Output Organization
9. Instruction Sets
10. CPU Structure and Functions
11. Control Unit Operations
12. Basic Pipelining and Other Super Computer Technology

Bab 1 Introduction to Computer Systems

Objectives

- Review historical development of computer systems
- Identify design levels for computer system development
- Discuss descriptive and design tools for each design level
- Compare and contrast various performance metrics for computer systems.

Definisi Komputer Arsitektur

Baer

“The design of the integrated system which provides a useful tool to the programmer”

Hayes

“The study of the structure, behavior and design of computers”

Abd-Alla

“The design of the system specification at a general or subsystem level”

Foster

“The art of designing a machine that will be a pleasure to work with”

Hennessy and Patterson

“The interface between the hardware and the lowest level software”

Dari berbagai definisi diatas, maka arsitektur komputer berkaitan dengan

- Design / structure
- Art
- System
- Tool for programmer and application
- Interface

atau dengan kata lain :computer architecture refers to those attributes of the system that are **visible to a programmer** yaitu attributes that have a direct impact on the execution of a program seperti

- Instruction sets
- Number of bits used for data representations
- Addressing techniques
- I/O mechanisms.

Misalnya: Pertanyaan “Is there a Multiply Instruction in the system ?” berkaitan dengan arsitektur suatu komputer.

Definisi Organisasi Komputer

- ♦ Synonymous with “architecture” in many uses and textbooks
- ♦ We will use it to mean the underlying implementation of the architecture [Organization means how features are implemented].
- ♦ Transparent to or **hidden from** the programmer
- ♦ An architecture can have a number of organizational implementations
 - Control signals
 - Interfaces
 - Memory Technologies
 - Device implementations

Pertanyaan “Is there a hardware Multiplier Unit or is it done by repeated addition?” berkaitan dengan organisasi komputer tersebut.

All Intel x 86 family shares the same basic architecture tapi berbeda organisasi nya The IBM System/370 family share the same basic architecture, organisasi tergantung pada series dari family tersebut dan this gives code compatibility. Organization differs between different versions

Pengertian Struktur dan Fungsi

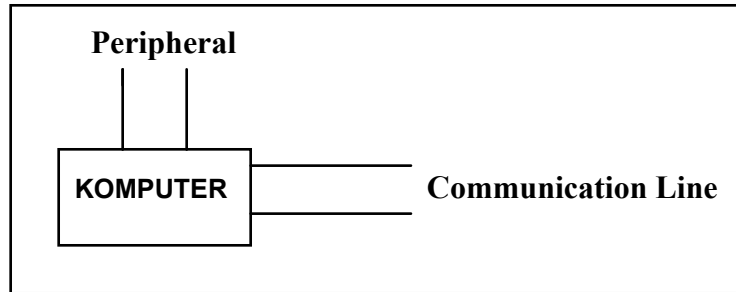
- **Structure [Struktur]** is the way in which components relate to each other
- **Function [Fungsi]** is the operation of individual components as part of the structure.

Umumnya struktur suatu sistem komputer dapat dilihat dalam empat tingkatan yaitu

- system level
- processor level

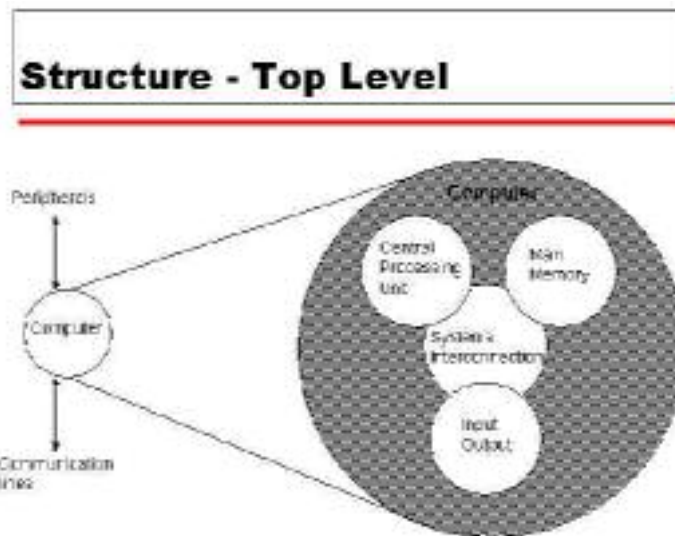
- gate level
- logic level

Pada level pertama, kita mempelajari komputer sebagai suatu sistem yang mampu untuk menyimpan data, memanipulasi data, berkomunikasi dengan peripheral lainnya diluar sistem tersebut melalui suatu saluran komunikasi tertentu.



Gambar. Struktur komputer pada System Level

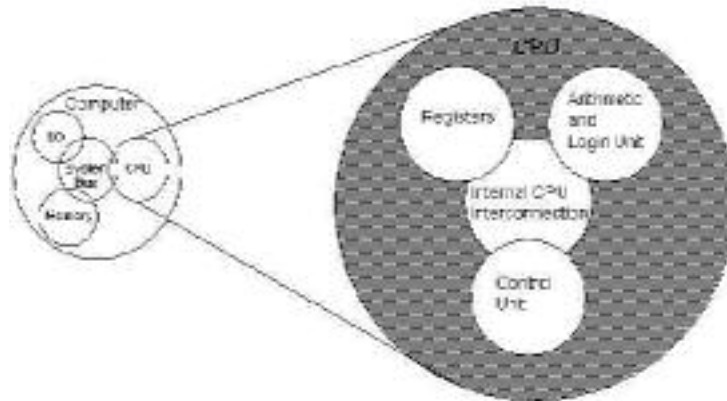
- Pada level berikutnya, kita melihat sistem komputer sebagai suatu sistem yang terdiri dari beberapa unit fungsional yaitu CPU, Memori, Input/Output serta interkoneksi antara ketiga unit diatas.
- Masing masing unit tadi kita pelajari lebih detail cara kerja, fungsi serta kemampuan processor (cpu) dalam mengatur serta menjalankan operasi, bagaimana metoda penyimpanan data pada memori, bagaimana memindahkan data antara sistem dengan dunia luar melalui I/O serta bagaimana hubungan antara unit-unit tadi.



Gambar.Struktur komputer pada Processor Level

Tiap bagian dari level diatas dapat dibagi lagi menjadi beberapa sub bagian(sub sistem) misalnya CPU (Processor) dapat kita bagi lagi atas tiga sub sistem yaitu ALU, Control Unit ,Register(s) dan interkoneksi diantaranya.

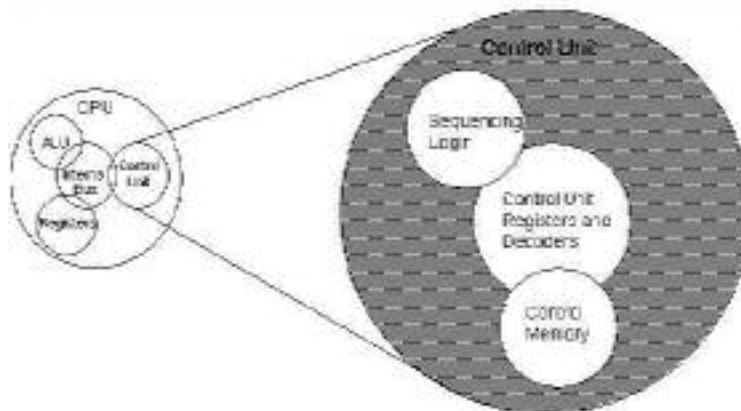
Structure - The CPU



Pada Register level

- Specify internal operation of processor-level components at the word level
- Tiap sub sistem diatas dapat dibagi lagi berdasarkan komponen pendukungnya misalnya bagian Control Unit terdiri dari Logic Sequencer, Control Memory, Control Unit, beberapa register pendukung, serta interkoneksinya.

Structure - The Control Unit



Pada Gate level

- ♦ Specify operations at the individual bit level
- ♦ Gates are primitive elements
- ♦ Very cumbersome to do manually (logic minimization, etc.).

Dari contoh diatas, dapat kita simpulkan bahwa tingkat kedalaman tergantung sampai berapa jauh dan berapa luas kita ingin mempelajari suatu sistem komputer. Seringkali, untuk memudahkan kita menggunakan suatu global descriptive tool berdasarkan taxonomy dari Flynn.

Flynn's Taxonomy

- The most universally accepted method of classifying computer systems
- Relies on a block diagram approach
- Published in the Proceedings of the IEEE in 1966
- Any computer can be placed in one of 4 broad categories
 - » SISD: Single instruction stream, single data stream
 - » SIMD: Single instruction stream, multiple data streams
 - » MIMD: Multiple instruction streams, multiple data streams
 - » MISD: Multiple instruction streams, single data stream

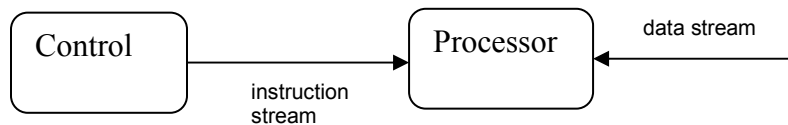
– Advantages of Flynn

- » Universally accepted
- » Compact Notation
- » Easy to classify a system (?)

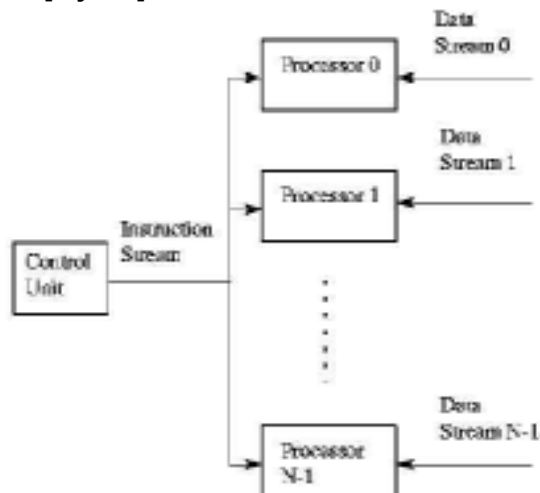
– Disadvantages of Flynn

- » Very coarse-grain differentiation among machine systems
- » Comparison of different systems is limited
- » Interconnections, I/O, memory not considered in the scheme

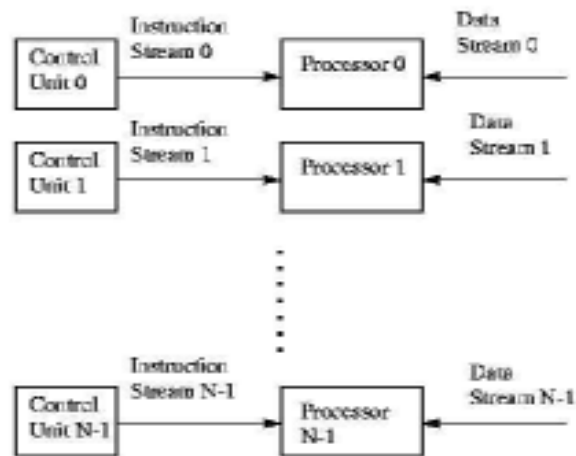
SISD system architecture of [Flynn66].



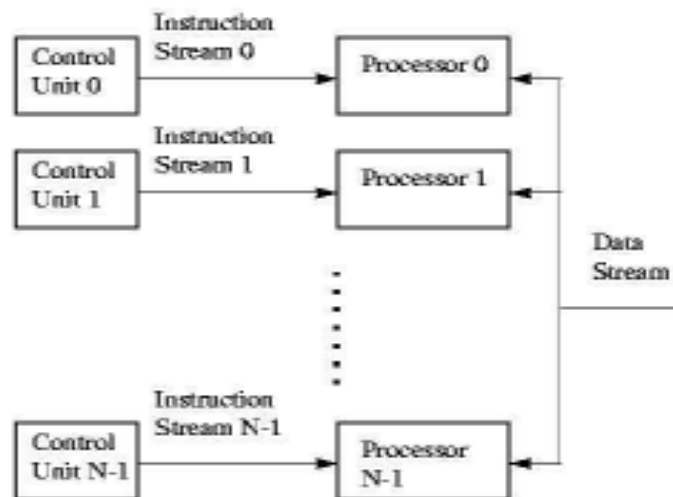
SIMD system architecture of [Flynn66]



MIMD system architecture of [Flynn66]



MISD system architecture of [Flynn66]



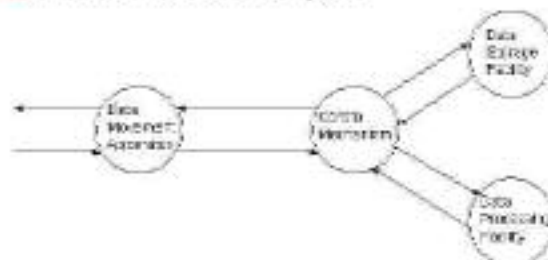
Untuk mempermudah pembagian diatas maka untuk masing-masing tingkatan diatas kita lihat keterkaitannya dengan empat fungsi dasar yang dimiliki oleh suatu sistem komputer yaitu :

- ♦ Fungsi Data processing
- ♦ Fungsi Data storage
- ♦ Fungsi Data movement
- ♦ Fungsi Data Control

Keterkaitan keempat fungsi dasar diatas dalam menunjang suatu sistem komputer serta beberapa kemungkinan proses yang terjadi dapat dilihat pada gambar berikut:

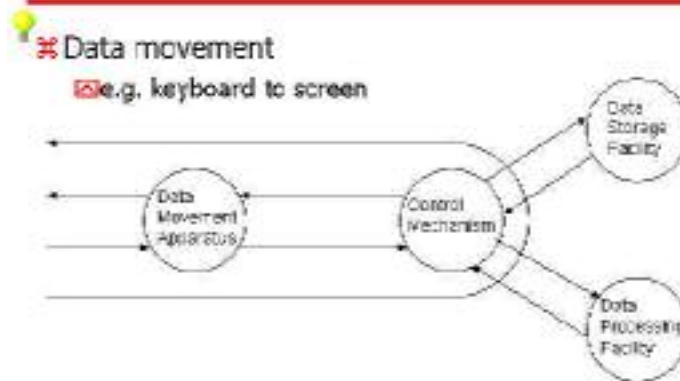
Functional view

Functional view of a computer

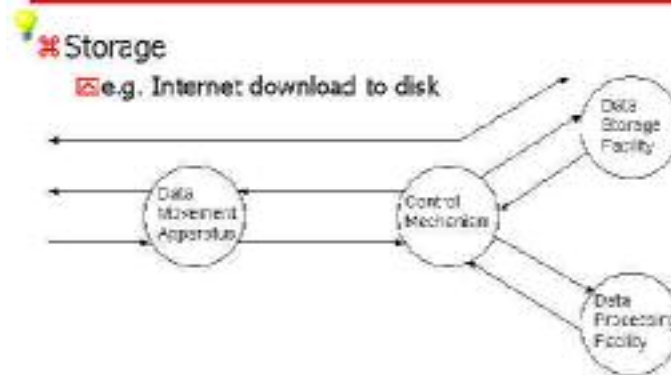


Peranan masing masing fungsi diatas pemanfaatannya tergantung proses apakah yang dijalankan oleh komputer tersebut. Beberapa operasi dasar dapat dilihat pada gambar berikut:

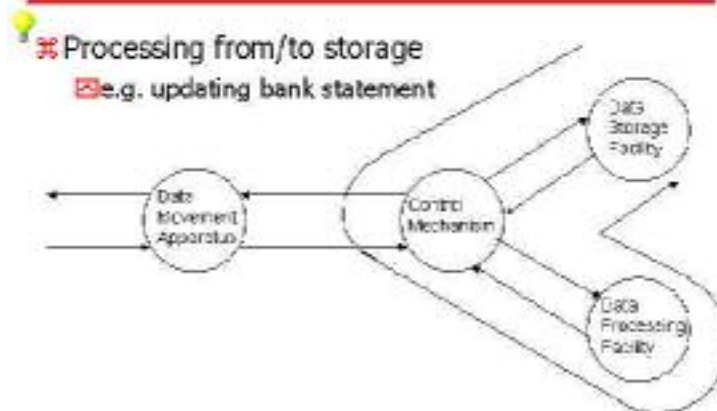
Operations (1)



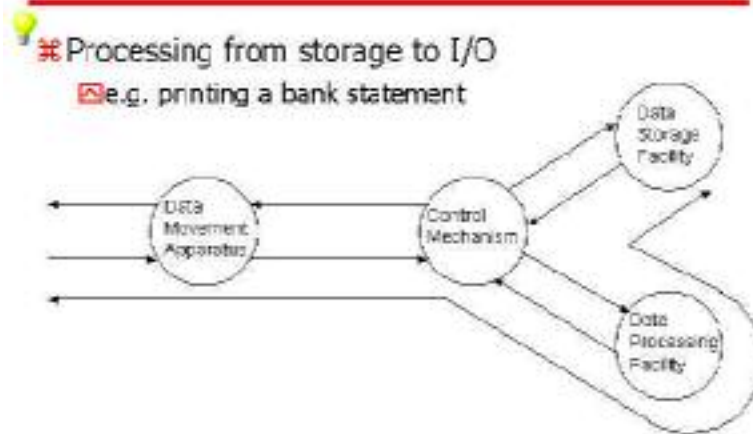
Operations (2)



Operation (3)

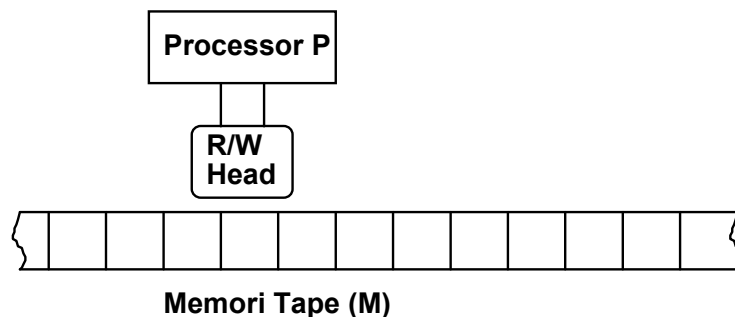


Operation (4)



MODEL ABSTRAK SUATU SISTEM KOMPUTER

- Proses komputasi yang dilakukan oleh suatu sistem komputer dapat dianggap sebagai suatu proses perhitungan dengan menggunakan suatu fungsi $f(x)$ tertentu dimana untuk suatu input data x tertentu akan diperoleh suatu nilai output tertentu.
- Suatu mesin dianggap mampu untuk melakukan suatu komputasi tertentu bila mesin tersebut dapat menghasilkan suatu hasil/solusi dalam suatu langkah/step yang tertentu (finite step).
- Model abstrak dari mesin dengan kriteria tersebut diatas diperkenalkan oleh Alan M. Turing (1936) yang dikenal dengan nama Finite State Machine atau Mesin Turing seperti pada gambar berikut.



- Mesin Turing dianggap mewakili model abstrak dari suatu komputer karena memiliki bagian-bagian yang mewakili suatu sistem komputer yaitu Bagian Processor P dengan R/W Head, yang mampu menulis "b" atau "1" atau membaca data pada memory tape M yang panjangnya tidak terbatas serta mempunyai Finite set of Instructions dengan format sbb:

$$S_h \quad t_i \quad O_j \quad S_k$$

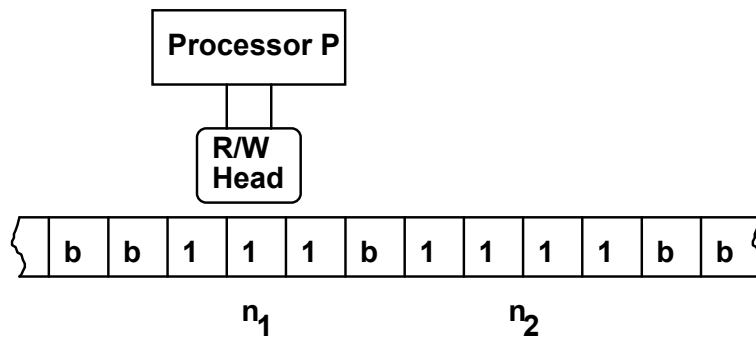
yang artinya : jika processor P berada pada state awal S_h dan R/W Head menunjuk simbol t_i pada memory tape dibawahnya maka bila operasi O_j dilakukan maka processor P pindah ke state akhir S_k .

Ada empat kemungkinan operasi yang dapat dilakukan yaitu:

- $O_j = t_j$ artinya write simbol t_j pada tape dibawah head (ganti t_i dengan t_j)
- $O_j = R$ artinya geser R/W Head kekanan satu step
- $O_j = L$ artinya geser R/W Head kekiri satu step
- $O_j = H$ artinya Halt (Proses berhenti)

Pada saat mesin halt maka isi dari memory tape adalah output hasil proses komputasi tersebut.

Contoh : Jumlahkan dua buah bilangan n_1 dan n_2



Gambar. Kondisi awal proses pada memori tape

Algoritma :

Berdasarkan instruksi yang dimiliki mesin turing maka penjumlahan dapat dilakukan dengan mengganti simbol "b" antara bilangan n_1 dan n_2 dengan simbol "1" kemudian ganti simbol "1" paling kiri dari bilangan n_1 dengan "b".

Langkah instruksi

1. $S_0 \ b \ R \ S_0$
Kondisi awal
2. $S_0 \ 1 \ R \ S_1$
P pada state 0 dimana Head menunjuk simbol 1 pada tape maka geser head ke kanan.
3. $S_0 \ 1 \ R \ S_1$
Lakukan terus kondisi pada step 2 diatas.
4. $S_1 \ b \ 1 \ S_2$
P pada state 1 dimana Head menunjuk simbol b maka ganti dengan simbol 1 dan P pindah ke state 2.
5. $S_2 \ 1 \ L \ S_3$
P pada state 2 dimana Head menunjuk simbol 1 maka geser Head kekiri satu step dan P pindah ke state 3.
6. $S_2 \ 1 \ L \ S_3$
Ulangi terus langkah pada step 5 diatas.
7. $S_3 \ b \ R \ S_4$
P pada state 3 dimana Head menunjuk simbol b maka geser Head kekanan satu step dan P pindah ke state 4
8. $S_4 \ 1 \ b \ S_5$
P pada state 4 dimana Head menunjuk simbol 1 maka ganti dengan simbol b dan P pindah ke state 5
9. $S_5 \ b \ H \ S_0$
Proses Halt

Dari langkah instruksi tersebut diatas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Pada proses komputasi umumnya terjadi repetisi
- Jumlah instruksi tertentu (finite) untuk mencapai kondisi halt
- Tiap operasi instruksi dapat terjadi perubahan state dari processor P
- Jumlah dan jenis instruksi menentukan algoritma komputasi.
- Mesin Turing mewakili bentuk abstrak suatu sistem komputer
- Adanya **solvable dan unsolvable** problem
Suatu masalah disebut solvable pada mesin turing bila kondisi akhir mesin adalah H (Halt) dan unsolvable bila terjadi infinite loop.
Kedua kondisi diatas sangat tergantung pada algoritma yang dipakai dan jumlah instruksi yang ada. Solvable problem pada mesin turing belum tentu solvable pada real komputer (juga finite state mesin) karena keterbatasan space dan waktu (Space and Time complexity)
- Adanya **Tractable dan Untractable** problem
Tractable problem adalah solvable problem dengan time complexity yang berbentuk polinomial $O(P(n))$ dengan $P(n)$ polinomial (n problem size), misalnya $P(n) = O(n^2)$.
Untractable problem adalah solvable problem dengan time complexity yang bersifat eksponensial , misalnya $P(n) = O(2^n)$.
Perkembangan sistem komputer maupun algoritma problem solving diusahakan agar suatu masalah yang sifatnya untractable dapat menjadi tractable dengan berbagai cara seperti algoritma baru maupun dengan multiprocessor.