

MAKALAH
ORGANISASI DAN ARSITEKTUR KOMPUTER
“STRUKTUR DAN FUNGSI PROCESSOR”



KELOMPOK 5:

Nataniel Marthen Pangga (212114)

Alan Febrianto (212221)

Gabriel Belo Pala'langan (212215)

Andi Syaifullah Islami 212021

Nelce Sulle (212260)

Gabriel Rante Anan (212111)

UNIVERSITAS DIPA MAKASSAR
PRODI TEKNIK INFORMATIKA
TAHUN AJARAN 2023/2024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, rahmat, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Dalam makalah ini penulis membahas tentang **“STRUKTUR DAN FUNGSI KOMPUTER”**. Makalah ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu tugas dari mata kuliah organisasi dan arsitektur komputer dan diharapkan memberikan pengetahuan lebih kepada pembaca. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan makalah ini masih jauh dari kesempurnaan, karena pengetahuan dan pengalaman penulis yang masih terbatas. Namun demikian penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun makalah ini dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan makalah ini. Akhir kata penulis berharap semoga makalah ini dapat memberikan manfaat.

16 DESEMBER 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
----------------------------	----------

DAFTAR ISI.....	ii
------------------------	-----------

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2

BAB II PEMBAHASAN

2.1 Pengertian Struktur dan Fungsi Processor.....	3
2.2 Intruksi Pipelining.....	
2.3 Processor x86.....	
2.4 Processor ARM.....	

BAB III PENUTUP

3.1 Kesimpulan

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komputer adalah suatu peralatan elektronik yang dapat menerima input, mengolah input, memberikan informasi, menggunakan suatu program yang tersimpan di memori komputer, dapat menyimpan program dan hasil pengolahan, serta bekerja otomatis.

Prosesor ini biasanya sering disebut sebagai otak dan pusat pengendali komputer yang didukung oleh komponen lainnya. Prosesor adalah sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang mengontrol keseluruhan jalannya sebuah sistem komputer dan digunakan sebagai pusat/otak dari komputer yang berfungsi untuk melakukan perhitungan dan menjalankan tugas. Prosesor terletak pada soket yang telah disediakan oleh *motherboard*. Salah satu yang sangat besar pengaruhnya terhadap kecepatan komputer tergantung dari jenis dan kapasitas prosesor.

Ketika mendengar kata prosesor, yang umumnya muncul dibenak kita adalah mikroprosesor dari Intel dan AMD yang biasa ditemukan di laptop atau desktop. Namun di era modern ini, ada banyak perangkat yang menggunakan prosesor. Mulai dari smartphone, tablet, konsol android, hingga pengunci pintu otomatis. Kebanyakan dari benda tadi ditenagai oleh prosesor khusus yang dibuat berdasarkan teknologi yang dikembangkan oleh perusahaan bernama ARM.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa itu organisasi prosesor, register, dan instruksi cycle?
2. Apa itu instruksi Pipelining?
3. Apa itu Prosesor x86?
4. Apa itu prosesor ARM?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui organisasi prosesor, register, dan instruksi cycle
2. Untuk mengetahui instruksi pipelining
3. Untuk mengetahui prosesor x86
4. Untuk mengetahui Prosesor ARM

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Organisasi Processor, Organisasi Register & Instruksi Cycle

➤ Organisasi Processor

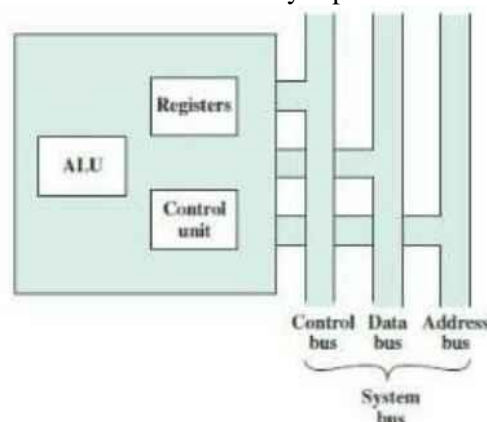
Organisasi atau organisasi data adalah cara di mana data disimpan dan diatur di dalam komputer. Sedangkan "processor" (pemroses) mengacu pada unit pemrosesan utama dalam sistem komputer, yang juga dikenal sebagai CPU (Central Processing Unit). Processor bertanggung jawab untuk menjalankan instruksi-instruksi program komputer dan melakukan operasi pemrosesan data. Pada tingkat dasar, tugas utama processor adalah menjalankan perintah-perintah dalam bahasa mesin yang terdiri dari rangkaian instruksi biner. Ini melibatkan membaca instruksi dari memori, mendekode instruksi tersebut, dan menjalankannya.

Organisasi data melibatkan cara data disusun, disimpan, dan diakses dalam sistem komputer. Hal ini berkaitan dengan bagaimana unit penyimpanan data seperti RAM (Random Access Memory) dan media penyimpanan lainnya diatur, serta bagaimana data diambil dan diproses oleh processor. Jadi, secara umum, organisasi data dan processor adalah dua konsep yang terkait dalam konteks arsitektur dan pengoperasian komputer. Organisasi data menentukan cara data diorganisir dan diakses, sementara processor bertanggung jawab untuk menjalankan operasi-operasi pemrosesan yang melibatkan data tersebut.

Untuk mengetahui organisasi dari prosesor, maka kita perlu mengetahui hal-hal yang dilakukan CPU :

1. Fetch Instruction (Mengambil instruksi) : CPU membaca instruksi dari memory.
2. Interpret Instruction (Menterjemahkan instruksi) : CPU menterjemahkan instruksi untuk menentukan aksi yang diperlukan.
3. Fetch Data (Mengambil data) : eksekusi instruksi mungkin memerlukan pembacaan data dari memory atau dari modul I/O.
4. Process Data (Mengolah data) : eksekusi instruksi memerlukan operasi aritmatik atau logika.
5. Write data (Menulis data) : Hasil eksekusi mungkin memerlukan penulisan data ke memory atau ke modul I/O.

Untuk melakukan hal diatas prosesor perlu menyimpan data sementara, harus perlu mengingat lokasi dari siklus instruksi, jadi dapat mengetahui untuk menjalankan instruksi berikutnya, itu diperlukan menyimpan instruksi sementara data temporer di eksekusi. Dengan kata lain prosesor memerlukan memori internal untuk menyimpan.



Dari gambar diatas kita dapat menyimpulkan gambaran dari CPU mengindikasi koneksi antara system-sistem via sistem BUS, interface yang memiliki kesamaan diperlukan dalam beberapa struktur interkoneksi, komponen utama dari CPU adalah ALU & CU. ALU memiliki fungsi yaitu memproses data. Sedangkan CU memiliki fungsi pergerakan dari data dan instruksi kedalam dan keluar prosesor dan mengontrol operasi dari ALU. Gambar diatas memperlihatkan memori internal yang terdiri dari storage location, atau biasa disebut register.

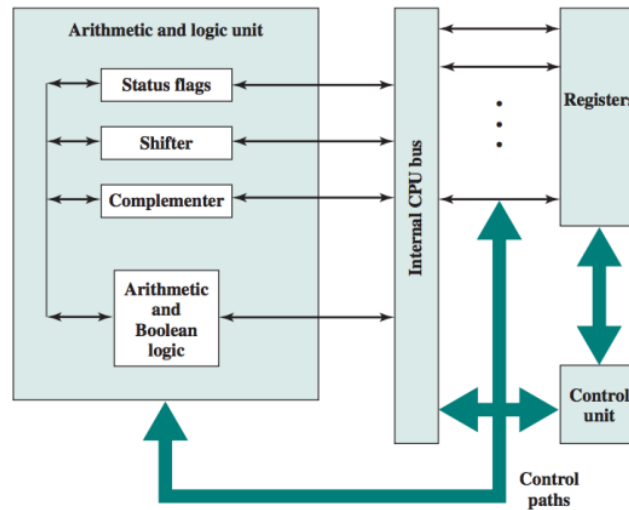


Figure: Internal structure of the CPU (Source: (Stallings, 2015))

Gambar diatas memperlihatkan gambaran dari prosesor, yaitu transfer data dan kontrol jalur logika. Termasuk diantaranya elemen yang dinamakan internal prosesor bus. Elemen itu diperlukan untuk transfer data antara beberapa register dan ALU, karena pada nyatanya ALU mengoperasikan data hanya dari prosesor memori internal, gambar diatas juga menyebutkan tipikal elemen dasar dari ALU. Dengan dua kasus antara kesamaan dari struktur internal komputer secara keseluruhandengan struktur internal prosesor, diantaranya terdapat elemen utama yaitu prosesor, modul I/O memory, CU, ALU dan register yang terkoneksi di jalur data.

➤ Organisasi Register

Sebuah prosesor terdiri dari sejumlah register yang merupakan memori berkecepatan paling tinggi dan berukuran lebih kecil daripada memori utama. Register didalam prosesor mempunyai dua fungsi, sebagai berikut :

1. User-visible register : memungkinkan bahasa mesin dapat mengurangi resensi memori utama dengan mengoptimalkan penggunaan register.
2. Control dan status register : digunakan oleh prosesor untuk mengontrol operasi prosesor dan mengontrol eksekusi program.

1. User-Visible Register

User -visible register dapat direferensikan dengan menggunakan bahasa mesin yang dieksekusi oleh prosesor selain yang umumnya dapat dipakai oleh seluruh program, termasuk program aplikasi dan program sistem. Jenis register yang umumnya tersedia adalah register data, alamat, dan kode kondisi. Data register dapat di-assign ke beraneka ragam fungsi oleh pemrogram. Pada keadaan tertentu bersifat serbaguna dan dapat digunakan sembarang instruksi mesin yang melakukan operasi data itu. Namun, sering kali terdapat keterbatasan. Misalnya, mungkin saja terdapat register yang didedikasikan untuk operasi floating-point. Address register berisi alamat data dan instruksi yang terdapat didalam memori utama, atau register itu berisi

bagian alamat yang digunakan didalam perhitungan alamat lengkap. Register ini dapat saja berbentuk serbaguna, atau dapat juga ditunjukkan untuk mode pengalamatan tertentu.

Berikut ini beberapa contoh:

- ✚ Indeks register (pengalamatan terindeks) adalah mode pengalamatan biasa yang dipakai untuk mendapatkan alamat efektifnya melibatkan penambahan suatu indeks terhadap nilai basis.
- ✚ Segment pointer (pengalamatan tersegmentasi), memori dibagi menjadi segmentasi yang memiliki blok-blok word yang panjangnya tidak tetap.
- ✚ Stack pointer, apabila terdapat pengalamatan user-visible stack, terdapat sebuah register yang diperuntukkan untuk menunjukkan bagian atas stack. Ini memungkinkan penggunaan instruksi yang tidak mengandung field alamat, seperti push dan pop.

2. Control Register dan Status Register

Bermacam-macam register yang digunakan untuk mengontrol operasi prosesor. Pada sebagian besar mesin, sebagian besar register tersebut bersifat tidak visible terhadap pengguna. Beberapa register dapat diakses oleh instruksi-instruksi mesin yang dieksekusi dalam mode sistem operasi. Tentu saja, mesin yang berbeda akan memiliki organisasi register yang berlainan dan akan memakai terminology yang berbeda pula. Disamping register-register MAR (Memory Address Register), MBR (Memory Buffer Register), I/O AR, I/O BR, terdapat register-register yang penting bagi eksekusi instruksi seperti dibawah ini.

- ✚ Program Counter (PC) : berisi alamat instruksi yang akan diambil. Program counter berisi alamat instruksi. Umumnya program counter diupdate oleh CPU setiap kali mengambil instruksi sehingga program counter selalu menunjuk ke instruksi berikutnya yang akan dieksekusi.
- ✚ Instruction Register (IR) : Berisi instruksi terakhir yang digunakan.
- ✚ Memory Address Register (MAR) : berisi alamat sebuah lokasi di dalam memori. . MAR terhubung langsung dengan bus alamat, sedangkan MBR terhubung langsung dengan bus data. Pada saatnya, user-visible register bertukar data dengan MBR.
- ✚ Memory Buffer Register (MBR) : berisi sebuah word data yang akan dituliskan ke dalam memori atau word yang terakhir dibaca.

Keempat register yang dibahas di atas digunakan untuk perpindahan data di antara CPU dengan memori. Di dalam CPU, data harus diberikan ke ALU untuk diproses lebih lanjut. ALU dapat memiliki akses langsung ke MBR dan user-visible register. Akan tetapi mungkin juga terdapat register buffering lainnya pada batas ALU, register-register ini berfungsi sebagai register input dan output bagi ALU dan pertukaran data dengan MBR dan user-visible register. Semua rancangan CPU mencakup sebuah register atau sekumpulan register, sering kali disebut program status word (PSW), yang berisi informasi status. Biasanya PSW berisi kode kondisi dan informasi status lainnya. Common field atau flag meliputi hal-hal berikut ini :

- ✚ Sign : berisi bit tanda hasil operasi aritmetika terakhir.
- ✚ Zero : disetel bila hasil sama dengan nol.
- ✚ Carry : disetel bila operasi yang dihasilkan di dalam carry (penambahan) ke dalam bit yang lebih tinggi atau borrow (pengurangan) dari bit yang lebih tinggi. Digunakan untuk operasi aritmetika multiword. ☐ Equal : disetel bila hasil perbandingan logikanya sama.
- ✚ Overflow : digunakan untuk mengindikasikan overflow aritmetika.
- ✚ Interrupt Enable/Disable : digunakan untuk mengizinkan atau mencegah interrupt.
- ✚ Supervisor : mengindikasikan apakah CPU sedang mengeksekusi dalam mode supervisor atau mode user. Instruksi privileged tertentu hanya dapat dieksekusi dalam mode supervisor saja

dan daerah-daerah tertentu di dalam memori hanya dapat diakses dalam mode supervisor saja.

Organisasi register meliputi jenis-jenis register di bawah ini :

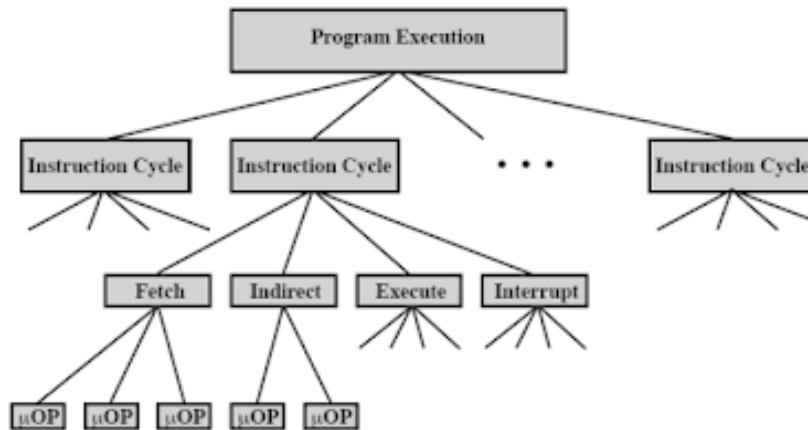
- ✚ **General** : terdapat 8 buah register general-purpose 32-bit. Register-register ini dapat digunakan untuk semua jenis instruksi Pentium; register-register ini juga dapat menampung operand-operand untuk keperluan kalkulasi alamat. Selain itu, sebagian dari register-register ini juga melayani keperluan-keperluan tertentu. Misalnya : kalkulasi untai menggunakan isi register-register ECX, ESI dan EDI sebagai operand tanpa harus mereferensi register-register ini secara eksplisit di dalam instruksi. Akibatnya, sejumlah instruksi dapat di-enkode lebih ringkas.
- ✚ **Segment** : keenam register segmen 16-bit berisi pemilih segmen, yang diindex ke dalam tabel segmen. Register code segment (CS) mereferensi segmen yang berisi instruksi yang sedang dieksekusi. Register stack segment (SS) mereferensi segmen yang berisi user-visible stack. Register-register segmen lainnya (DS, ES, FS, GS) mengizinkan pengguna untuk mereferensi hingga empat buah segmen data yang berlainan sekaligus.
- ✚ **Flags**: register EFLAGS berisi kode kondisi (persyaratan) dan bermacam-macam bit mode.
- ✚ **Instruction Pointer** : berisi alamat instruksi saat itu. Terdapat juga register-register yang secara khusus ditujukan bagi unit floating point :
- ✚ **Numeric** : semua register menampung bilangan floating point 80 bit extended-precision. Terdapat 8 buah register yang berfungsi sebagai suatu stack, yang pada register-register ini operasi-operasi push dan pop-nya dapat diperoleh di dalam set instruksi.
- ✚ **Control** : register control 16-bit berisi bit-bit yang mengontrol operasi unit floating point, termasuk jenis kontrol pembulatan ; single atau double extended precision ; dan bit-bit untuk mengizinkan atau tidak mengizinkan bermacam-macam kondisi pengecualian.
- ✚ **Status** : register status 16-bit berisi bit-bit yang merefleksikan status unit floating point saat itu, termasuk pointer 3-bit ke puncak stack ; kode kondisi yang melaporkan hasil operasi terakhir ; exception flags.
- ✚ **Tag word** : register 16-bit ini berisi tag 2-bit bagi semua register numerik floating point, yang mengindikasikan sifat-sifat isi register yang berkaitan. Keempat nilainya adalah valid, nol, special (NaN, infinity, denormalized) dan kosong. Tag-tag ini mengizinkan program untuk memeriksa isi register numerik tanpa melakukan pendekodean yang kompleks terhadap data sebenarnya yang terdapat di dalam register.

Terdapat juga register-register yang secara khusus ditujukan bagi unit floating point :

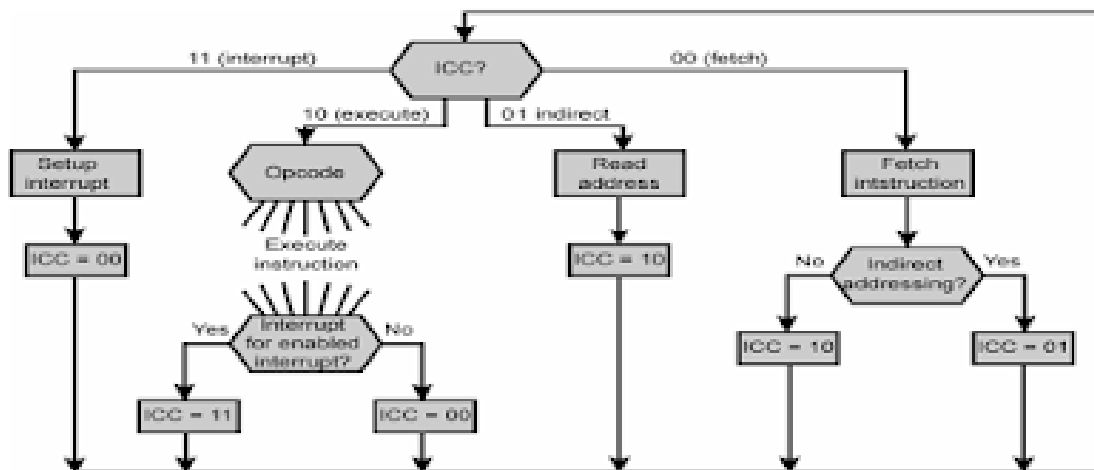
- ✚ **Numeric** : semua register menampung bilangan floating point 80 bit extended-precision. Terdapat 8 buah register yang berfungsi sebagai suatu stack, yang pada register-register ini operasi-operasi push dan pop-nya dapat diperoleh di dalam set instruksi.
- ✚ **Control** : register control 16-bit berisi bit-bit yang mengontrol operasi unit floating point, termasuk jenis kontrol pembulatan ; single atau double extended precision ; dan bit-bit untuk mengizinkan atau tidak mengizinkan bermacam-macam kondisi pengecualian.
- ✚ **Status** : register status 16-bit berisi bit-bit yang merefleksikan status unit floating point saat itu, termasuk pointer 3-bit ke puncak stack ; kode kondisi yang melaporkan hasil operasi terakhir ; exception flags.
- ✚ **Tag word** : register 16-bit ini berisi tag 2-bit bagi semua register numerik floating point, yang mengindikasikan sifat-sifat isi register yang berkaitan. Keempat nilainya adalah valid, nol, special (NaN, infinity, denormalized) dan kosong. Tag-tag ini mengizinkan program untuk

memeriksa isi register numerik tanpa melakukan pendekodean yang kompleks terhadap data sebenarnya yang terdapat di dalam register.

➤ Intruksi Cycle (Siklus Intruksi)



Karena set instruksi dari suatu CPU memiliki bermacam mode pengalamatan dan format operand, maka unit control bertanggung jawab untuk menjaga semua kemungkinan pada setiap tingkat dalam siklus instruksi. Setiap fase siklus instruksi dapat diuraikan menjadi operasi mikro elementer. Ada empat buah kode siklus instruksi (ICC). ICC menandai status CPU dalam hal berbagai tempat siklus tersebut berada.



Berikut adalah 4 (empat) kode siklus instruksi atau Instruction Code Cycle (ICC):

- 00 : Fetch
- 01 : Indirect
- 10 : Execute
- 11 : Interrupt

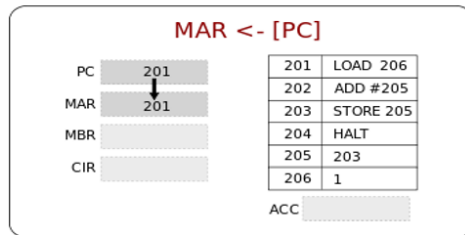
Ada 4 (Empat) Register dalam Fetch Cycle, antara lain:

- Memory Address Register (MAR): terkoneksi dengan bus alamat (Address Bus) dan MAR melakukan spesifikasi alamat untuk operasi baca (read) dan tulis (write).

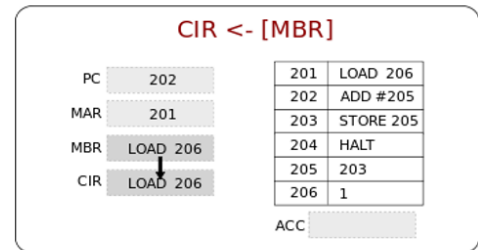
- ✚ Memory Buffer Register (MBR): terkoneksi dengan bus data (Data Bus) dan menyimpan data untuk ditulis atau menyimpan data terakhir yang dibaca (Holds data to write or last data read).
- ✚ Program Counter (PC): Menyimpan alamat instruksi berikut yang akan diakses (Holds address of next instruction to be fetches).
- ✚ Instruction Register (IR): Menyimpan alamat instruksi terakhir yang diakses (Holds last instruction fetched).

Jenis-Jenis Siklus dalam Siklus Instruksi (Instruction-Cycle):

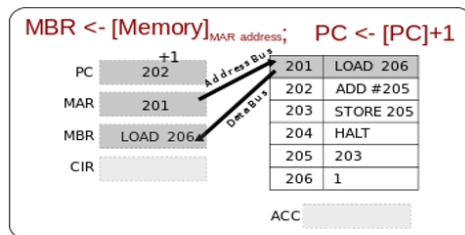
- ✚ Fetch-Cycle (Siklus Pengambilan)



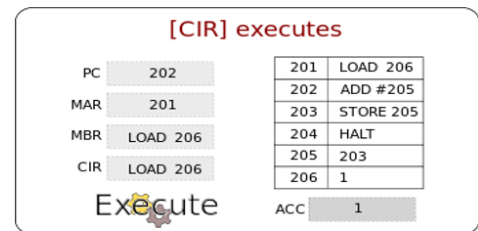
Step 1



Step 3



Step 2



Step 4

Fetch Cycle adalah siklus pengambilan data ke memori atau register. Berikut adalah contoh aliran data siklus pengambilan(Fetch Cycle):

1. Urutan kejadian selama siklus interuksi tergantung pada rangan CPU.
2. Asumsi: Sebuah CPU yang menggunakan register memori alamat (MAR), Register memori buffer (MBR), pencacah program (PC) dan register instruksi(IR).

Prosesnya:

- ✚ Pada siklus pengambilan (Fetch Cycle), instruksi dibaca dari memori.
- ✚ PC berisi alamat instruksi berikutnya yang akan diambil.
- ✚ Alamat ini dipindahkan di MAR(Memory Address Register) dan ditaruh di bus alamat.
- ✚ Control Unit meminta pembacaan memori dan hasilnya disimpan di bus data dan disalin ke MBR (Memory Buffer Register), kemudian dipindahkan ke IR (Instruction Register).
- ✚ PC (Program Counter) naik nilainya 1, sebagai persiapan untuk pengambilan selanjutnya.Siklus selesai, CU memeriksa isi IR (Instruction Register) untuk menentukan apakah IR (Instruction Register) berisi Operand Specifier yang menggunakan pengalamatan tak langsung (Indirect).

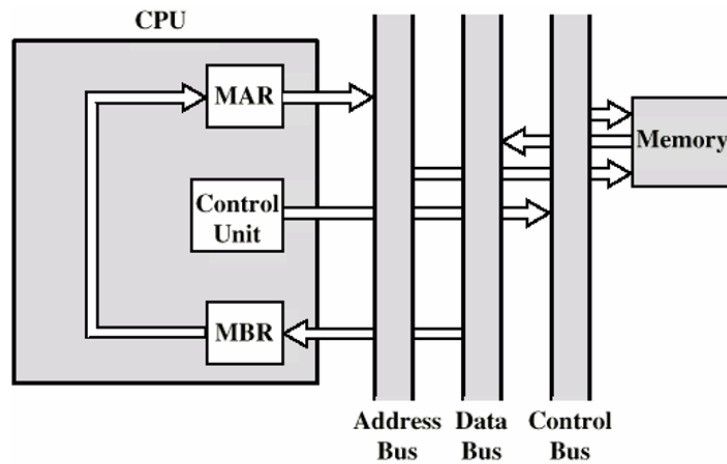
Dengan demikian siklus Fetch sederhana sebenarnya terdiri atas 3 langkah dan 4 operasi mikro. Secara simbolik dapat ditulis sebagai berikut:

T1 : MAR ← (PC)
 T2 : MBR ← (MEMORY)
 PC ← (PC)+1
 T3 : IR ← (MBR)

Dimana T1, T2, dan T3 merupakan unit waktu yang berdurasi sama dan berurutan.

- ✚ **Indirect-Cycle (Siklus Tak Langsung)**

Siklus tidak langsung (Indirect Cycle) adalah eksekusi sebuah instruksi yang melibatkan sebuah operand atau lebih di dalam memori, yang masing-masing operand memerlukan akses memori. Pengambilan alamat-alamat tak langsung dapat dianggap sebagai sebuah subsiklus instruksi atau lebih.

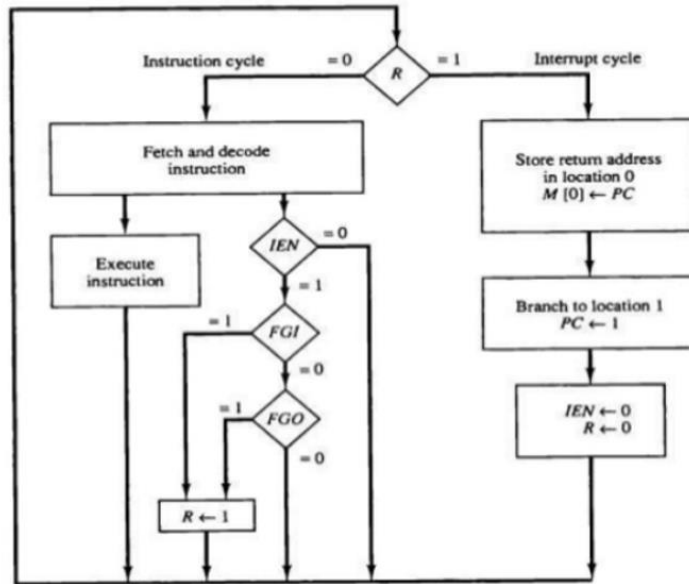


Penjelasan:

1. N bit paling kanan pada MBR, yang berisi referensi alamat, dipindahkan ke MAR.
2. Unit Kontrol meminta pembacaan memori, agar mendapatkan alamat operand yang diinginkan ke dalam MBR.
3. Siklus pengambilan dan siklus tak langsung cukup sederhana dan dapat diramalkan.

Berikut adalah penulisan siklus tidak langsung secara simbolik:

T1 : MAR \leftarrow (IR (Alamat))
 T2 : MBR \leftarrow Memory
 T3 : IR (Alamat) \leftarrow (MBR (Alamat))



Interrupt adalah suatu permintaan khusus kepada mikroprosesor untuk melakukan sesuatu. Bila terjadi interupsi, maka komputer akan menghentikan dahulu apa yang sedang dikerjakannya dan melakukan apa yang diminta oleh yang meninterupsi.

Pada IBM PC (Personal Computer) dan kompatibelnya disediakan 256 buah interupsi yang diberi nomor 0 sampai 255. Nomor interupsi 0 sampai 1 Fh disediakan oleh ROM BIOS, yaitu suatu IC (Integrated Circuit) didalam komputer yang mengatur operasi dasar komputer. Jadi bila terjadi interupsi dengan nomor 0 sampai 1 Fh, maka secara default komputer akan beralih menuju ROM BIOS dan melaksanakan program yang terdapat disana. Program yang melayani suatu interupsi dinamakan Interrupt Handler.

Aliran Data Siklus Interupsi:

Isi PC, saat itu harus disimpan sehingga CPU dapat melanjutkan aktivitas normal terjadinya interupsi.

1. Isi PC dipindahkan ke MBR untuk kemudian dituliskan ke dalam memori.
2. Lokasi memori khusus yang dicadangkan untuk keperluan ini dimuatkan ke MAR dari unit kontrol (Control Unit).
3. Lokasi ini berupa stack pointer.
4. PC dimuatkan dengan alamat rutin interupsi.
5. Akibatnya siklus interuksi berikutnya akan mulai mengambil interuksi yang sesuai.

Berikut adalah penulisan siklus Interupsi secara simbolik:

T1 : MBR \leftarrow (PC)

T2 : MAR \leftarrow Save Address

PC ← Routine_Address

T3 : Memory \leftarrow MBR

2.2 INTRUKSI PIPELINING

Instruksi pipelining adalah suatu metode yang digunakan dalam arsitektur komputer untuk meningkatkan kinerja prosesor dengan menjalankan beberapa tahap eksekusi instruksi secara bersamaan. Dengan membagi eksekusi instruksi menjadi beberapa tahap, setiap tahap dapat dilakukan secara bersamaan oleh unit pemrosesan yang berbeda.

Dekomposisi Instruksi Pipelining

- ✚ Fetch Instruction (FI) : membaca instruksi berikutnya ke dalam buffer.
- ✚ Decode instruction (DI) : menentukan opcode dan operand specifier.
- ✚ Calculate operand (CO) : menghitung alamat efektif seluruh operand sumber. Hal ini mungkin melibatkan displacement, register indirect, atau bentuk kalkulasi alamat lainnya
- ✚ Fetch operand (FO) : mengambil semua operand dari memori. Operand-operand yang berada di register tidak perlu di ambil.
- ✚ Execute instructions (EI) : melakukan operasi yang diindikasikan dan menyimpan hasilnya.
- ✚ Write operand (WO) : menyimpan hasilnya di dalam memori.

Timing Diagram for Instruction Pipeline Operation

	Time →													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Instruction 1	FI	DI	CO	FO	EI	WO								
Instruction 2		FI	DI	CO	FO	EI	WO							
Instruction 3			FI	DI	CO	FO	EI	WO						
Instruction 4				FI	DI	CO	FO	EI	WO					
Instruction 5					FI	DI	CO	FO	EI	WO				
Instruction 6						FI	DI	CO	FO	EI	WO			
Instruction 7							FI	DI	CO	FO	EI	WO		
Instruction 8								FI	DI	CO	FO	EI	WO	
Instruction 9									FI	DI	CO	FO	EI	WO

Kelebihan Pipeline

1. Waktu siklus prosesor berkurang, sehingga meningkatkan tingkat instruksi-instruksi dalam kebanyakan kasus.
2. Beberapa combinational sirkuit seperti penambah atau pengganda dapat dibuat lebih cepat dengan menambahkan lebih banyak sirkuit.

Kekurangan Pipeline :

1. Non-pipelined prosesor hanya menjalankan satu instruksi pada satu waktu. Hal ini untuk mencegah penundaan cabang (yang berlaku, setiap cabang tertunda) dan masalah dengan serial instruksi dieksekusi secara bersamaan. Akibatnya desain lebih sederhana dan lebih murah untuk diproduksi.
2. Instruksi latency di non-pipelined prosesor sedikit lebih rendah daripada dalam pipelined setara.
3. Non-pipelined prosesor akan memiliki instruksi yang stabil bandwidth. Kinerja prosesor yang pipelined jauh lebih sulit untuk meramalkan dan dapat bervariasi lebih luas di antara

program
berbeda.

yang

Pipeline Hazard

Pipeline hazard terjadi ketika pipa atau beberapa bagian dari pipa harus diperlambat karena kondisi tertentu tidak mengizinkan eksekusi terus. Jenis-jenis hazard pipa meliputi:

- ✚ Resource Hazard = Bahaya terjadi ketika dua (atau lebih) petunjuk yang telah di pipa membutuhkan sumber daya yang sama.
- ✚ Data hazard = Data bahaya terjadi ketika ada konflik dalam akses lokasi operand.
- ✚ Control hazard = dikenal sebagai cabang bahaya, terjadi ketika pipa membuat keputusan yang salah tentang prediksi cabang dan karena itu membawa petunjuk ke pipa yang harus kemudian dibuang.

Branch Prediction

Branch prediction adalah teknik di mana prosesor mencoba memprediksi hasil dari percabangan atau kelompok instruksi yang akan dieksekusi berikutnya. Dengan menggunakan prediksi ini, prosesor dapat memulai menjalankan instruksi-instruksi tersebut sebelum hasil sebenarnya dari percabangan diketahui. Jika prediksi benar, maka eksekusi dapat dilanjutkan tanpa penundaan yang signifikan. Namun, jika prediksi salah, maka instruksi yang telah dieksekusi sebelumnya dalam pipa harus dibuang, dan eksekusi dilanjutkan dari instruksi yang sebenarnya.

2.3 PROCESSOR X86

Processor x86 adalah sebuah arsitektur prosesor yang sangat umum digunakan dalam komputer pribadi (PC) dan server. Istilah "x86" merujuk pada kumpulan instruksi (instruction set architecture) yang pertama kali diperkenalkan oleh Intel dengan prosesor 8086 pada tahun 1978. Sejak itu, arsitektur x86 telah berkembang dan menjadi dasar bagi banyak prosesor komputer saat ini.

Cara Kerja Microprosesor X86

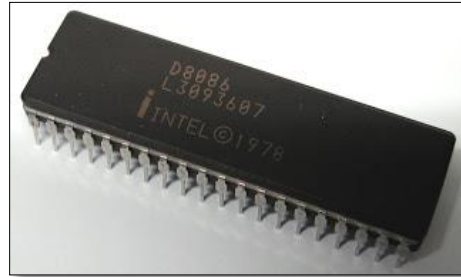
1. **Real mode (Modus Real)**
Real mode adalah prosesor ini dapat mengesekusi intruksi 16-bit yang menggunakan register internal serta dapat mengakses hanya 1024 kb
2. **Protected Mode**
Protected mode adalah sebuah modus yang terdapat proteksi ruang alamat memori yang ditawarkan oleh microprosesor untuk digunakan oleh sistem operasi
3. **Virtual Protected Mode**
Virtual Protected Mode adalah sebuah prosesor intel x86 berjalan dalam modus terproteksi yang mengizinkan aplikasi-aplikasi 16-bit real mode agar dapat dijalankan dalam sistem operasi.
4. **Compatibility Mode**
Compatibility Prosesor berbasis IA32e yang menjalankan intruksi 32-bit dan bekerja sebagai prosesor yang mengalami memory 4gb
5. **Long Mode**
Long Mode adalah sebuah modus prosesor 64-bit IA32e yang bekerja mengakses memory lebih besar dari pada 4gb dan menjalankan aplikasi 64-bit

Generasi Processor x86

1. Generasi Pertama

Intel 8086 (1978, Clock : 5 MHz - 10 MHz)

Didesain oleh Intel dan diperkenalkan pertama kali kepada pasar pada 8 Juni 1978, Intel 8086 menandai kelahiran arsitektur x86. Di dalam chip dengan fabrikasi 3 mikrometer ini, terdapat 29.000 transistor. Jumlah ini, empat kali lebih banyak jika dibandingkan dengan transistor yang terdapat pada Intel 8085, yaitu 6500 transistor. Frekuensi Clock pada awal produksi dibatasi pada 5 MHz (IBM PC menggunakan 4,77 MHz), hingga pada versi terakhirnya, spesifikasinya meningkat menjadi 10 MHz.



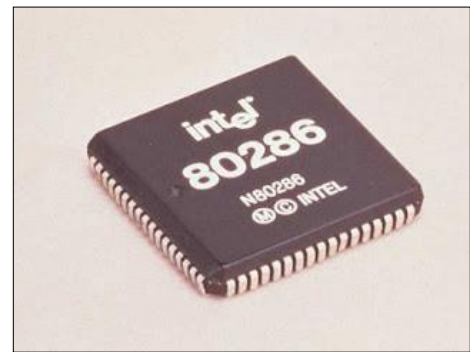
lipat

8086 bukanlah chip 16-bit yang pertama ada, karena pada generasi sebelumnya, yaitu pada 8080 dan 8085, kedua microprocessor ini telah mendukung beberapa instruksi 16-bit. Namun, 8086 merupakan microprocessor pertama yang mengimplementasikan penuh teknologi 16-bit, baik itu register internal, serta data bus internal dan eksternal. Ditambah dengan 20-bit address bus eksternal, hingga mampu mengalamatkan (memproses) sampai 1 MB memori ($2^{20} = 1.048.576$). Walaupun memiliki banyak perbedaan, Intel 8086 tetap mendukung software yang dibuat untuk chip pendahulunya, 8008, 8080, dan 8085.

2. Generasi Kedua

Intel 80286 (1982, Clock : 6 MHz - 12,5 MHz)

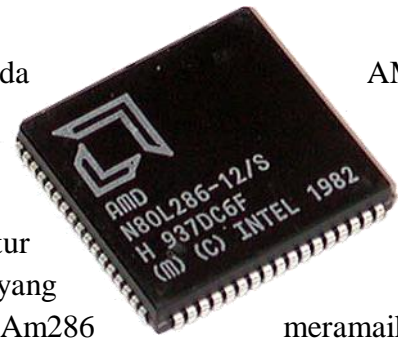
Pada tahun 1982, Intel merilis seri 80186 dan 80188, masing-masing sebagai penerus seri 8086 dan 8088. Intel 80186/80188 didesain untuk *embedded systems* (sistem komputer untuk mengerjakan tugas yang spesifik) sebagai *microcontrollers* disertai memori eksternal. Oleh karena itu, tidak memungkinkan menggunakan kedua microprocessor ini untuk membangun komputer yang 100% *PC-compatible*.



Di tahun yang sama tepatnya 1 Februari 1982, Intel merilis seri 80286 yang sering juga disebut Intel 286 atau i286. Hadir dengan 134.000 transistor di dalam chip berteknologi 1,5 mikrometer, serta mendukung sampai 16 MB kapasitas memory. Edisi awal i286 berjalan pada kecepatan 6 MHz, dan terus meningkat hingga padarilis terakhir mencapai 12,5 MHz. Untuk frekuensi clock yang sama, performa yang dihasilkan i286, dua kali lipat atau bahkan lebih jika dibandingkan dengan 8086.

AMD Am286(1983, Clock : 8 MHz - 20 MHz)

Pada tahun 1982 pula, Intel memberikan lisensi pada AMD untuk memproduksi, serta menjual processor 8086 dan 8088. Hal ini terpaksa dilakukan Intel untuk memenuhi persyaratan kontrak sebagai *supplier* IBM PC dimana supplier harus memiliki sumber manufaktur alternatif. Setahun kemudian, AMD merilis Am286, yang merupakan *clone* dari processor Intel 80286. Am286 meramalkan pasar dengan pilihan frekuensi yang lebih tinggi, hingga mencapai 20 MHz, dan hal ini bisa diibaratkan sebagai sebuah "pukulan" untuk Intel.



AMD

3. Generasi Ketiga

Era 32-bit dimulai dengan memanasnya hubungan antara Intel dengan AMD. Ini terjadi pada masa generasi ketiga CPU x86.

Intel 386 (1985, Clock : 16 MHz - 33 MHz)

Intel 386 pertama kali dirilis pada 17 Oktober 1985, kemudian i386 berganti nama menjadi i386DX untuk membedakan dengan variannya yang dirilis belakangan (i386SX dan i386SL), dan baru berhenti diproduksi pada September 2007. i386DX merupakan processor pertama dari Intel yang menggunakan arsitektur 32-bit. Di dalam chip ini terdapat 275.000 transistor dengan fabrikasi 1 mikrometer. i386DX hadir dengan empat pilihan *clockspeed*, 16 MHz pada rilis awalnya, kemudian meningkat menjadi 20 MHz, 25 MHz, dan pada rilis terakhir 33 MHz.



AMD Am386 (1991, Clock : 12 MHz - 40 MHz)

Kembali hadir sebagai clone dari produk Intel, Am386 dirilis pada tahun 1991. Lebarnya rentang waktu rilis Intel dengan AMD disebabkan adanya tuntutan dari Intel. Dimana Intel bersikeras bahwa perjanjian antara kedua belah pihak hanya boleh berlaku untuk processor Intel 80286, dan versi sebelumnya. Setelah menjalani persidangan yang panjang, AMD memenangkan kasus ini, dan berhak menjual Am386 mereka. Hal ini membuka persaingan di pasar processor 32-bit, yang kemudian menguntungkan konsumen, dengan menurunnya harga CPU.



4. Generasi Keempat

Pipelining, FPU (*floating-point unit*) yang terintegrasi, dan *cache* yang ditanamkan pada chip, adalah fitur-fitur baru yang diimplementasikan pada generasi keempat x86.

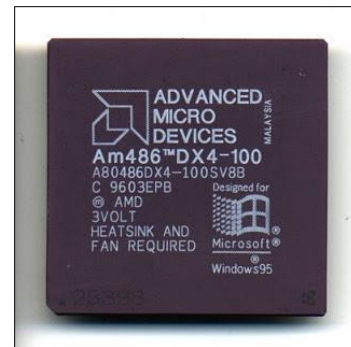
Intel 486 (1989, Clock : 25 MHz - 100 MHz)

Intel 486DX hadir menutup dekade 80-an, sebagai chip pertama yang menembus pemakaian satu juta transistor, tepatnya 1,2 juta dengan pabrikasi 1 mikromter, dan 0,8 mikrometer untuk versi 50 MHz. Bukan hanya peningkatan jumlah transistor yang membedakan i486 dengan pendahulunya. Intel juga mengintegrasikan 8 KB SRAM *cache* untuk menyimpan perintah dan data yang ering digunakan, serta FPU (floating-point unit) untuk melakukan operasi perhitungan floating-point dengan cepat (kecuali untuk varian SX).



AMD Am486 (1992, Clock : 20 MHz - 100 MHz)

AMD merilis Am486 empat tahun setelah Intel 486, dan sebulan setelah Pentium. Dan lagi-lagi, ini adalah clone dari processor Intel. Agar bisa bersaing, AMD menurunkan harga jual sembari menaikkan clocknya. Bahkan beberapa processor AMD dengan clock 66 MHz, mampu memberikan perlawanan terhadap Pentium versi awal dari Intel.



Diantara dua generasi : Cyrix Cx486

CPU x86 pertama dari Cyrix dirilis pada tahun 1992, yaitu 486SLC dan 486DLC. Kedua chip ini menuai banyak protes karena tidak memberikan performa yang sesuai dengan kode pada namanya. Walaupun menggunakan kode 486, keduanya hadir dengan yang kompatibel dengan 386SX/DX. Cyrix menyertakan pada chipnya *L1 cache* antara 1-8 KB dan set instruksi untuk 486, dengan kecepatan maksimum 100 MHz. Untuk performa, kedua chip ini berada pada di antara seri i386 dan 1486. Jadi dapat disimpulkan bahwa seri Cx486 bukan sepenuhnya processor generasi keempat. Namun Cyrix 486SLC dan 486DLC menjadi alternatif *upgrade* yang murah untuk platform 386 (generasi ketiga).



5. Generasi Kelima

Generasi kelima x86 diramalkan dengan implementasi arsitektur *superscalar*, dukungan 64-bit data bus, FPU yang lebih cepat serta mendongkrak kemampuan multimedia dengan MMX.

Pentium (1993, clock : 60 - 200 MHz) dan Pentium MMX (1997, clock : 166 -233 MHz)

Memasuki generasi kelima arsitektur x86, Intel menggunakan sistem penamaan baru untuk processor x86 produksi barunya. Pentium, berasal dari dua suku kata, "pente" dari bahasa Yunani yang berarti "lima", dan akhiran dari bahasa Latin "ium". Penggunaan nama baru ini disebabkan karena pengadilan memutuskan untuk menolak penggunaan merek dagang yang berbasis angka, seperti "i586" atau "80856". Memulai debutnya pada 22 Maret 1993, ada banyak peningkatan yang bisa ditemukan pada Pentium, seperti :



- ✚ Processor pertama yang mengimplementasikan arsitektur superscalar dimana pada processor terdapat dua unit pipeline integer sehingga memungkinkan untuk menjalankan dua instruksi per siklus CPU.
- ✚ Memperbaiki kinerja operasi floating-point dengan mendesain ulang FPU, hingga dapat menjalankan sampai satu instruksi floating-point per siklus CPU.
- ✚ Penambahan data bus eksternal menjadi 64-bit, untuk meningkatkan kemampuan akses baca dan tulis pada memory.

Dengan nama sandi "P5" untuk seri perdana, kemudian berturut-turut "P45", "P54C", "P54CS", dan "P55C" untuk Pentium MMX. Pentium menggunakan 3,1 juta transistor dengan fabrikasi 0,8 mikrometer, serta pilihan clock speed 60/66 MHz untuk seri P5. Spesifikasi ini terus meningkat hingga pada rilis P55C, Intel menawarkan pilihan clock speed 166/200/233 MHz dimana pada prosesor tertanam 4,5 juta transistor dengan fabrikasi 0,35 mikrometer. Pada seri Pentium MMX (P55C), set instruksi MMX menyertakan register tambahan, dan dirancang untuk meningkatkan kemampuan aplikasi multimedia dan komunikasi.

Di antara dua generasi : Cyrix Cx5x86 (1995, clock : 100 - 133 MHz) dan AMD Am5x86 (1995, clock : 133 MHz)

Sebagai pendatang baru untuk pasar x86, Cyrix sadar akan persaingan yang ketat. Oleh karena itu, Cyrix mencoba mengincar segmen pasar x86 yang sedikit berbeda. Cyrix hadir dengan beberapa teknologi terbaru untuk digunakan pada sistem generasi sebelumnya. Taktik ini telah diterapkan pada seri Cx486, dan digunakan lagi pada seri 5x86, dengan mendesain Cx5x86 kompatibel dengan motherboard Socket 3 yang digunakan seri Intel 486.



Walaupun sempat mendapat gelar sebagai processor tercepat yang pernah diproduksi untuk Socket 3, Cx5x86 memiliki masalah dalam stabilitas. Cx5x86 yang dirilis pada Agustus 1995, ditarik dari pasar tidak lama berselang, dikarenakan Cyrix sudah merilis chip terbarunya, 6x86. Bukan hanya Cyrix yang menawarkan alternatif *upgrade* untuk sistem 486. Pada November 1995, AMD merilis Am5x86 yang merupakan prosesor berbasis 486 DX. Dengan internal *multiplier* x4, hingga memungkinkan processor untuk berjalan pada frekuensi 133 MHz.



namun yang menjadi sorotan adalah penggunaan skema *Performance Rating (PR)* untuk kode prosesor. Skema PR tidak menandakan kecepatan sebenarnya dari chip tersebut, melainkan perbandingan dengan prosesor sederajat. Saat melepas Am5x86 ke pasar, AMD menggunakan kode "Am5x86-P75", ini menandakan prosesor AMD setara dengan Pentium 75 MHz.

2.4 PROCESSOR ARM

➤ SejarahProsesorARM

Didirikan pada 1990 dengan nama Advanced RISC Machines (ARM), sebuah perusahaan patungan antara Acorn Computers, Apple Computer (sekarang Apple Inc), dan VLSI Technology. Advanced RISC Machines kemudian berganti nama menjadi ARM Holdings ketika melantai di bursa saham tahun 1998. Berkantor pusat di Cambridge, Inggris, ARM fokus pada penelitian dan pengembangan desain arsitektur prosesor. Tak seperti Intel atau AMD yang memproduksi dan menjual prosesor, ARM punya bisnis model yang unik. Proses desain dipimpin oleh Wilson dan Furber, dengan tujuan utama latensi rendah (low-latency) pada penanganan input/output (interupsi) seperti pada prosesor MOS Technology 6502. Arsitektur 6502 memberikan pengembang mesin yang cepat dalam mengakses memory tanpa harus menggunakan perangkat direct access memory yang mahal. VLSI memproduksi chip ARM pertama kalinya pada 26 April 1985 yang berhasil bekerja dan dikenal sebagai ARM1. Dan disusul dengan ARM2 yang diproduksi pada tahun berikutnya.



➤ Arsitektur *Advanced RISC Machine*(ARM)

Advanced RISC Machine (ARM) adalah arsitektur prosesor 32-bit *Reduced Instruction Set Computer* (RISC) yang dikembangkan oleh ARM Limited. Dikenal sebagai *Advanced RISC Machine* dimana sebelumnya dikenal sebagai *Acorn RISC Machine*. Pada awalnya ARM merupakan prosesor desktop yang sekarang didominasi oleh keluarga x86. Namun desain yang sederhana membuat prosesor ARM cocok untuk aplikasi berdaya rendah. Hal ini membuat prosesor ARM mendominasi pasar *mobile electronic* dan *embedded system* dimana membutuhkan daya dan harga yang rendah. Berkat fitur hemat energinya, CPU ARM sangat dominan di pasar perangkat elektronik genggam. Saat ini, prosesor ARM menguasai sekitar 75% pasar elektronik genggam.

Pada tahun 2007, sekitar 98% dari satu miliar *mobile phone* yang terjual menggunakan setidaknya satu buah prosesor ARM. Dan pada tahun 2009, prosesor ARM mendominasi sekitar 90% dari keseluruhan pasar prosesor 32-bit RISC. Prosesor ARM digunakan diberbagai bidang seperti elektronik umum, termasuk PDA, *mobile phone*, media player, music player, game console genggam, kalkulator, dan peripheral komputer seperti *hard disk drive* dan *router*.

➤ Jenis-JenisProsesorARM

Terdapat beberapa jenis yang banyak digunakan terutama pada android antara lain yaitu:

1. **Qualcomm Snapdragon**

Selain digunakan untuk ponsel, Qualcomm Snapdragon juga bisa digunakan untuk Tablet PC. Sebagian besar CPU Snapdragon ini sudah mengadopsi arsitektur ARM diatas ARM 7, sehingga sudah kompatibel untuk menjalankan aplikasi berbasis Flash. Snapdragon ini menggunakan GPU (kartu grafis) terintegrasi bernama Adreno, yang menggunakan teknologi milik ATI (sebelumnya bernama Imageon).



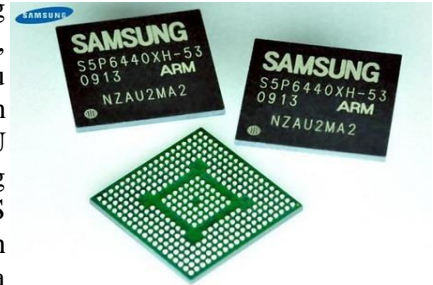
2. **TexasInstrument OMAP**

Open Multimedia Application Platform (OMAP) lebih dulu dikenal di dunia smartphone karena sempat digunakan sebagai otak dari beberapa seri Nokia, termasuk nokiaNseries(N90,N91,N95).OMAPgenerasiketiga,sudahmenggunakanARM7danARM.



3. Samsung Hummingbird

Hummingbird adalah prosesor yang dikembangkan bersama oleh Samsung dan Intrinsity, sebuah perusahaan yang pada April 2010 tahun lalu sudah diakuisisi oleh Apple. Prosesor ini berkekuatan 1GHz dan sudah menggunakan arsitektur ARM8. GPU Hummingbird juga menggunakan Power VR, yang sudah mendukung teknologi rendering OpenGL ES 1.1/2.0. Power VR sendiri disebut-sebut sebagai salah satu GPU terbaik untuk ponsel Android, sehingga apabila kamu menginginkan gadget Android dengan spesifikasi besar dan GPU yang tangguh, maka Galaxy S yang menggunakan Hummingbird ini adalah salah satu pilihan terbaik.



4. Nvidia Tegra

Tegra bisa dianggap sebagai saingan berat dari Snapdragon karena sudah menggunakan prosesor dual core 1 GHz. Tegra juga sudah menggunakan arsitektur ARM 7 sehingga juga sudah bisa digunakan untuk menjalankan Flash.



Fitur Arsitektur ARM

Dengan arsitektur RISC, maka pada arsitektur ARM dapat ditemukan fitur seperti kebanyakan arsitektur RISC lainnya antara lain yaitu:

1. Register file yang berkapasitas besar.
2. Arsitektur load/store, dimana operasi pengolahan data hanya beroperasi pada konten register, tidak secara langsung pada konten memori.
3. Addressing mode sederhana, dimana seluruh load/store address ditentukan dari konten register dan field instruksi saja.

Arsitektur ARM juga memiliki fitur tambahan seperti:

- Instruksi yang menggabungkan antara operasi aritmatika dan logika
- *Auto-increment* dan *auto-decrement addressing mode* untuk mengoptimalkan loop program
- Penyimpanan banyak instruksi untuk memaksimalkan throughput data
- Eksekusi secara kondisional untuk semua instruksi untuk memaksimalkan throughput eksekusi.

➤ PerancanganProsesorARM

ProsesorARMdirancanguntukmemenuhi kebutuhantigakategorisistemyaitu:

- ✚ **Tertanam sistem real-time:** Sistem untuk penyimpanan, body otomotif dan power- train, aplikasi industri, dan jaringan.
- ✚ **Aplikasi platform:** Perangkat yang menjalankan sistem operasi terbuka termasuk Linux, Palm OS, Symbian OS, dan Windows CE di nirkabel, konsumen hiburan, dan aplikasi digital imaging
- ✚ **AplikasiAman:** Smartkartu,kartuSIM,danterminalpembayaran

➤ ARM Cache Organization

Core	Cache Type	Cache Size (kB)	Cache Line Size (words)	Associativity	Location	Write Buffer Size (words)
ARM720T	Unified	8	4	4-way	Logical	8
ARM920T	Split	16/16 D/I	8	64-way	Logical	16
ARM926EJ-S	Split	4-128/4-128 D/I	8	4-way	Logical	16
ARM1022E	Split	16/16 D/I	8	64-way	Logical	16
ARM1026EJ-S	Split	4-128/4-128 D/I	8	4-way	Logical	8
Intel StrongARM	Split	16/16 D/I	4	32-way	Logical	32
Intel Xscale	Split	32/32 D/I	8	32-way	Logical	32
ARM1136-JF-S	Split	4-64/4-64 D/I	8	4-way	Physical	32

- ✚ Model ARM7 menggunakan gabungan cache L1, sementara semua model berikutnya menggunakan cache instruksi/data terpisah.
- ✚ SemuadesainARMmenggunakancacheset-asosiatif,dengantingkat *associativity*dan ukuran garis bervariasi.
- ✚ ARM cache *cores* dengan sebuah MMU menggunakan *cache* yang logis untuk keluarga prosesor ARM7 melalui ARM10, termasuk Intel stongarm dan Intel Xscale prosesor.
- ✚ KeluargaARM11menggunakan*physicalcache*.
- ✚ Fitur yang menarik dari arsitektur ARM adalah penggunaan sebagian kecil *First in First Out* (FIFO) *write buffer* untuk meningkatkan kinerja penulisan memori.
- ✚ *Write buffer* disisipkan di antara cache dan memori utama, yang terdiri dari satu set alamat dan satu set data berupa kata.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Organisasi atau organisasi data adalah cara di mana data disimpan dan diatur di dalam komputer. Sedangkan "processor" (pemroses) mengacu pada unit pemrosesan utama dalam sistem komputer, yang juga dikenal sebagai CPU (Central Processing Unit). Processor bertanggung jawab untuk menjalankan instruksi-instruksi program komputer dan melakukan operasi pemrosesan data. Pada tingkat dasar, tugas utama processor adalah menjalankan perintah-perintah dalam bahasa mesin yang terdiri dari rangkaian instruksi biner. Ini melibatkan membaca instruksi dari memori, mendekode instruksi tersebut, dan menjalankannya.

Instruksi pipelining adalah suatu metode yang digunakan dalam arsitektur komputer untuk meningkatkan kinerja prosesor dengan menjalankan beberapa tahap eksekusi instruksi secara bersamaan. Dengan membagi eksekusi instruksi menjadi beberapa tahap, setiap tahap dapat dilakukan secara bersamaan oleh unit pemrosesan yang berbeda.

Processor x86 adalah sebuah arsitektur prosesor yang sangat umum digunakan dalam komputer pribadi (PC) dan server. Istilah "x86" merujuk pada kumpulan instruksi (instruction set architecture) yang pertama kali diperkenalkan oleh Intel dengan prosesor 8086 pada tahun 1978. Sejak itu, arsitektur x86 telah berkembang dan menjadi dasar bagi banyak prosesor komputer saat ini.

Prosesor ARM (Acorn RISC Machine atau sebelumnya Acorn Archimedes RISC Machine) adalah keluarga arsitektur prosesor yang dikembangkan oleh perusahaan ARM Holdings. ARM memiliki ciri khas sebagai arsitektur prosesor RISC (Reduced Instruction Set Computing), yang didesain untuk memberikan kinerja yang tinggi dengan konsumsi daya yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

<http://missnuroxfordutomo.blogspot.com/2011/04/pengertian-cpu-dan-fungsinya.html>

<http://adi-lecture.blogspot.com/2013/02/struktur-dan-fungsi-cpu.html>

<https://aris83.wordpress.com/2013/06/03/jenis-jenis-register-pada-cpu/>

<http://vheeamalia-sukron.blogspot.com/2011/11/jenis-jenis-register-dan-fungsinya.html>

<http://nifan10.blogspot.com/2013/03/fungsi-dan-struktur-cpu.html>

