

MINGGU KE-2: BAB 7

Pengenalan Microcontroller dan Microprocessor

Indobot - Kelas Memulai Jadi IoT Engineer Hebat



Isi dan elemen dari dokumen ini memiliki hak kekayaan intelektual yang dilindungi oleh undang-undang

Dilarang menggunakan, merubah, memperbanyak, dan mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersil

1. Microcontroller



1.1. Pengenalan Microcontroller

Microcontroller adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Microcontroller terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat di program.

Ciri Khas Microcontroller :

- **Kemampuan CPU Yang Tidak Terlalu Tinggi**

Berbeda dengan CPU, umumnya Microcontroller sederhana hanya dapat melakukan atau memproses beberapa perintah saja, meskipun saat ini telah banyak dibuat Microcontroller dengan spesifikasi yang lebih canggih tapi tentunya belum dapat menyamai kemampuan CPU dalam memproses data dari perangkat lunak.

- **Microcontroller Memiliki Memori Internal Yang Kecil**

Tentu bagi anda yang sering melihat Microcontroller, maka dapat melihat jumlah memori internal dari Microcontroller itu terbilang kecil. Umumnya sebuah Microcontroller hanya berisikan ukuran Bit, Byte, atau Kilobyte.



- **Microcontroller dibekali Non-Volatile Memory**

Dengan adanya memori non-volatile pada Microcontroller, maka perintah yang telah dibuat dapat dihapus ataupun dibuat ulang, selain itu dengan penggunaan memori non-volatile, maka memungkinkan data yang telah disimpan dalam Microcontroller tidak akan hilang meskipun tidak disuplai oleh power supply (Catu daya).

- **Perintah Relatif Sederhana**

Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi, maka berimbas pada kemampuan dalam melakukan pemrosesan data yang tidak tinggi pula. Meskipun begitu, Microcontroller terus dikembangkan menjadi canggih, contohnya Microcontroller yang dipakai untuk melakukan pengolahan sinyal dan sebagainya.

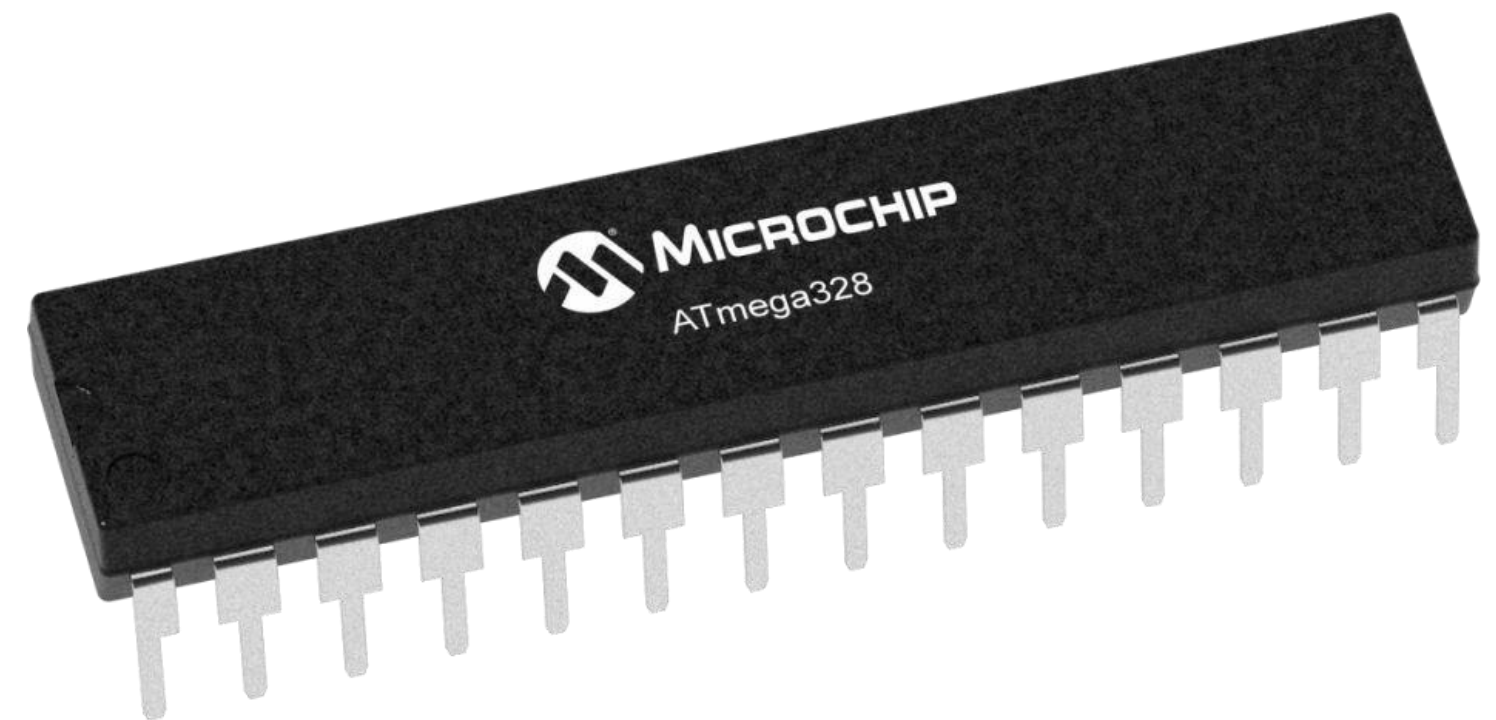
- **Program atau Perintah Berhubungan Langsung Dengan Port I/O**

Salah satu komponen utama Microcontroller adalah Port I/O, Port input maupun output (I/O) memiliki fungsi utama sebagai jalan komunikasi. Sederhananya Port I/O membangun komunikasi antara piranti masukan dan piranti keluaran. Fungsi Microcontroller :

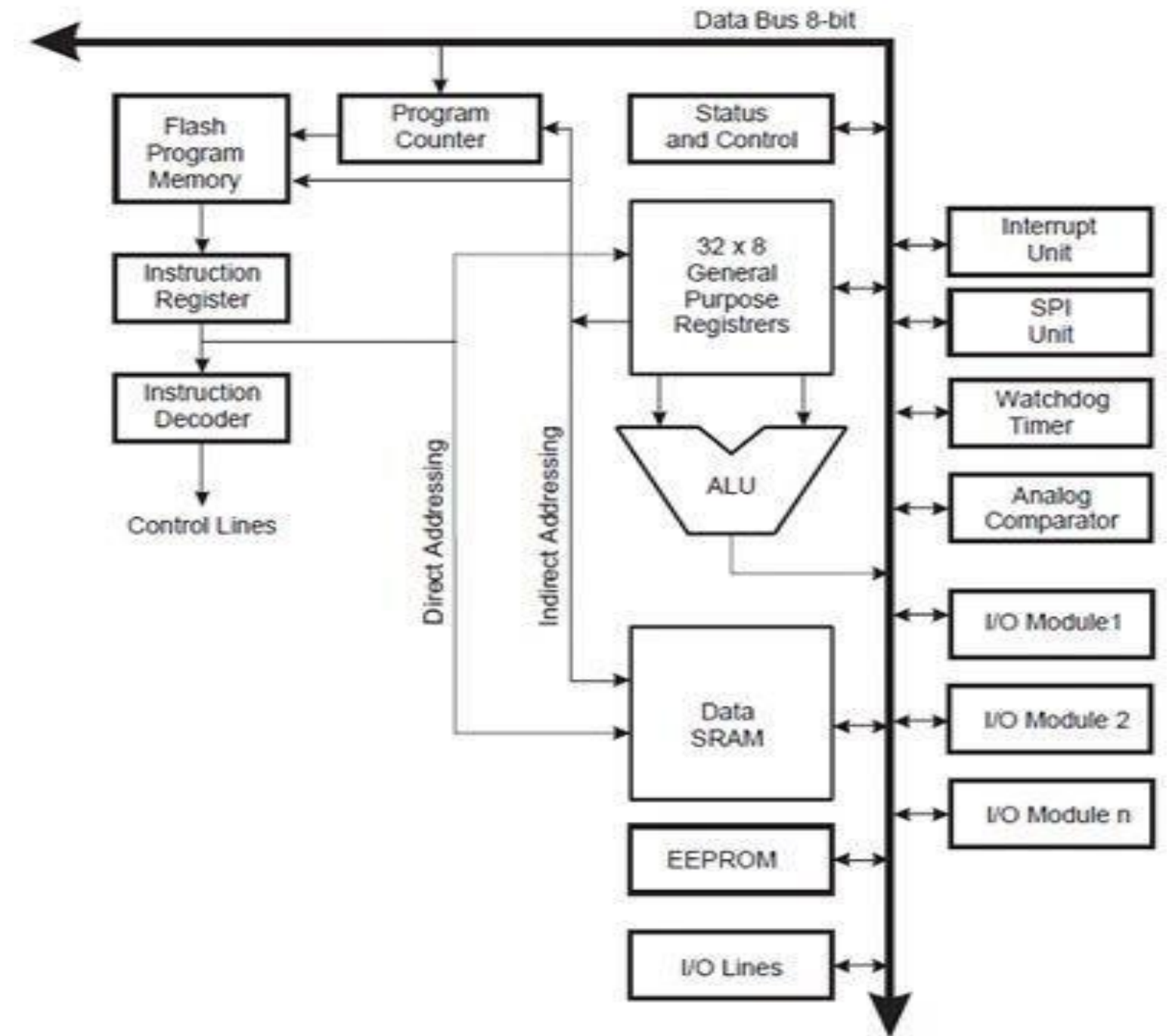
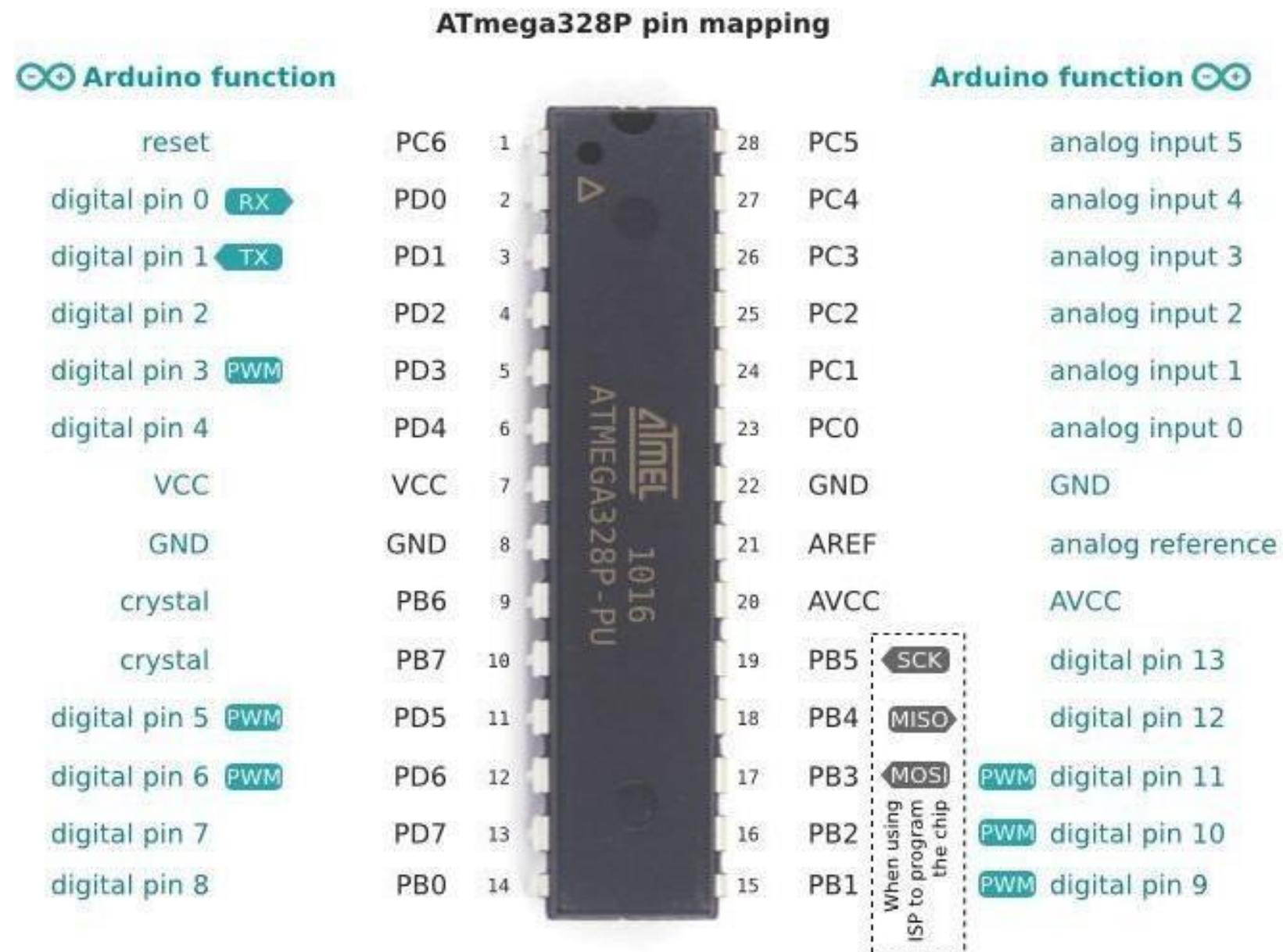
- Microcontroller Sebagai Timer / Pewaktu.
- Microcontroller Sebagai Pembangkit Osilasi.
- Microcontroller Sebagai Flip - Flop.
- Microcontroller Sebagai ADC (Analog Digital Converter).
- Microcontroller Sebagai Counter.
- Microcontroller Sebagai Decoder dan Encoder.

1.2. Arsitektur Microcontroller ATmega 328

Microcontroller ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan lalu instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serbaguna yang digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (Arithmetic Logic Unit) dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31).



1.3. Fungsi tiap pin dan Arsitektur ATmega328



1.4. Penjelasan dari masing-masing Fungsi Pin Port B, Port C, dan Port D

Port	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscilator pin 2) PCINT7 (Pin Chane Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External Clock Input) TOSC1 (Timer Oscilator pin 1) PCINT7 (Pin Chane Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master Clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Input/Slave Output) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO(Divided System Clock Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 0)

Fungsi Pin Port C	
Port	Alternate Functions
PC6	RESET (Reset Point) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-Wire Serial Bus Clock Line) PCINT13(Pin Change Interrupt13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SCL (2-Wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT13(Pin Change Interrupt12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT10 (Pin Change Interrupt9)
PC0	ADC2 (ADC Input Channel 0) PCINT10 (Pin Change Interrupt8)

Port	Alternate Functions
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Negative Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0(Timer/Counter 0 External Counter Input)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B(Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

1.5. Sejarah Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C dibuat pertama kali oleh seorang yang bernama Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. Saat itu Ritchie bekerja di Bell Labs, sebuah pusat penelitian yang berlokasi di Murray Hill, New Jersey, Amerika Serikat.

Ritchie membuat bahasa pemrograman C untuk mengembangkan sistem operasi UNIX. Dahulunya, sistem operasi UNIX dibuat dengan menggunakan bahasa rakitan (assembly language). Namun bahasa tersebut sendiri sangat rumit dan sulit untuk dikembangkan. Dengan niat untuk mengganti bahasa assembly, peneliti di Bell Labs membuat bahasa pemrograman baru yaitu B. Namun bahasa pemrograman B sama-sama memiliki beberapa kekurangan, yang pada akhirnya dapat dilengkapi oleh bahasa pemrograman C.

Dengan bahasa C itulah sistem operasi UNIX ditulis ulang. Pada akhirnya, UNIX menjadi dasar dari banyak sistem operasi modern sampai saat ini, termasuk Linux, Mac OS (iOS), sampai sistem operasi Android.



1.6. Keunggulan Bahasa Pemrograman C

- **C sebagai bahasa pemrograman prosedural**

Pada dasarnya konsep pemrograman prosedural yaitu sebuah metode pemrograman yang setiap baris perintahnya diproses secara berurutan dari baris paling atas hingga ke baris paling bawah. Selain itu juga terdapat fungsi tambahan (function) yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai jenis tugas. Bahasa pemrograman C termasuk ke dalam kelompok ini. Selain konsep prosedural, terdapat juga konsep pemrograman objek (Object-Oriented Programming). Dalam bahasa pemrograman objek, dimana setiap tugas akan dijalankan dengan menggunakan class dan object. Contoh bahasa pemrograman objek yaitu JAVA.

- **Bahasa C sangat cepat dan efisien**

Aplikasi yang dibuat menggunakan bahasa C ini maka bisa dieksekusi dengan sangat cepat dan juga berukuran kecil. Karena C dapat langsung berkomunikasi dengan hardware, hal tersebut memiliki fitur yang jarang tersedia di bahasa pemrograman modern seperti JAVA, PHP, dan juga Python. Namun hal ini juga memiliki daya kelemahan. Bahasa C relatif sederhana dan tidak memiliki fitur-fitur modern seperti garbage collection dan juga dynamic typing.

- **C adalah portable language**

Artinya, bahasa pemrograman C bisa di-compile berulang supaya berjalan di berbagai sistem operasi tanpa perlu mengubah kode-kode yang ada. Aplikasi yang dibuat di Windows dengan bahasa C bisa dipindahkan ke Linux dengan sedikit atau tanpa adanya modifikasi.

- **C merupakan “inti” dari bahasa pemrograman modern**

Bahasa pemrograman C sudah banyak menginspirasi terciptanya bahasa pemrograman lain, seperti contoh C++, C#, Objective C, PHP, JAVA, JavaScript dan masih banyak lagi lainnya. Dengan mempelajari bahasa C, maka anda akan merasa familiar dan lebih mudah saat pindah ke bahasa pemrograman lain yang merupakan turunan dari bahasa C itu sendiri.

Contoh program Arduino dengan bahasa C :

```
void setup() {  
    // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output  
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
  
// the loop function runs over and over again forever  
void loop() {  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on  
    delay(1000); // wait for a second  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off  
    delay(1000); // wait for a second  
}
```

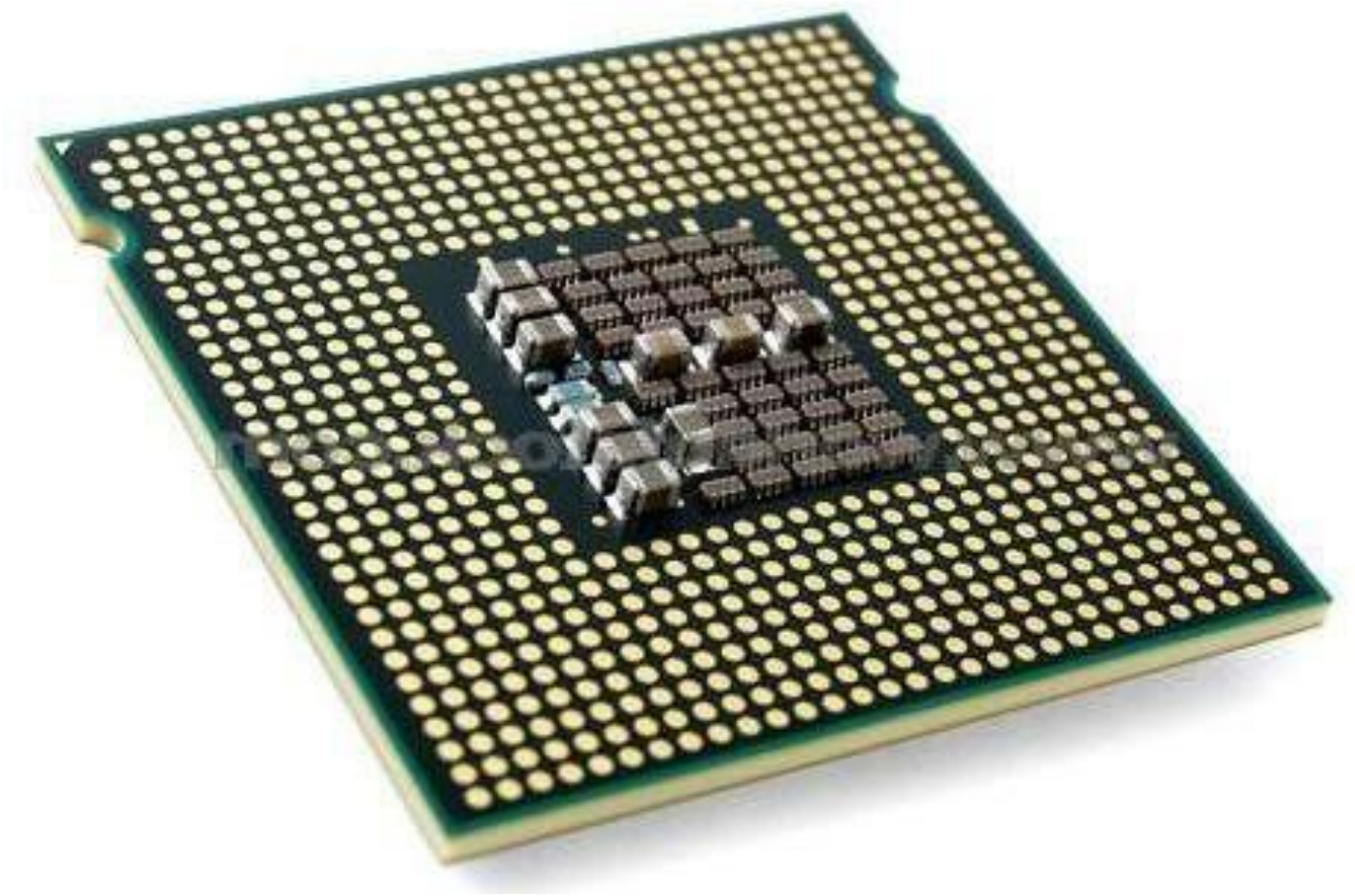
2. Microprocessor

2.1. Pengenalan Microprocessor

Microprocessor adalah sebuah Chip IC (Sirkuit Terintegrasi) yang menggabungkan fungsi inti dari unit pemrosesan pusat (CPU/Central Processing Unit) komputer. Chip IC (Microprocessor) ini merupakan perangkat multiguna yang dapat di program untuk menerima data digital sebagai input, memprosesnya sesuai dengan instruksi yang tersimpan dalam memorinya, dan memberikan hasil sebagai output. Fungsi utamanya yaitu sebagai unit kontrol yang dapat mengendalikan seluruh kerja sistem microprocessor.

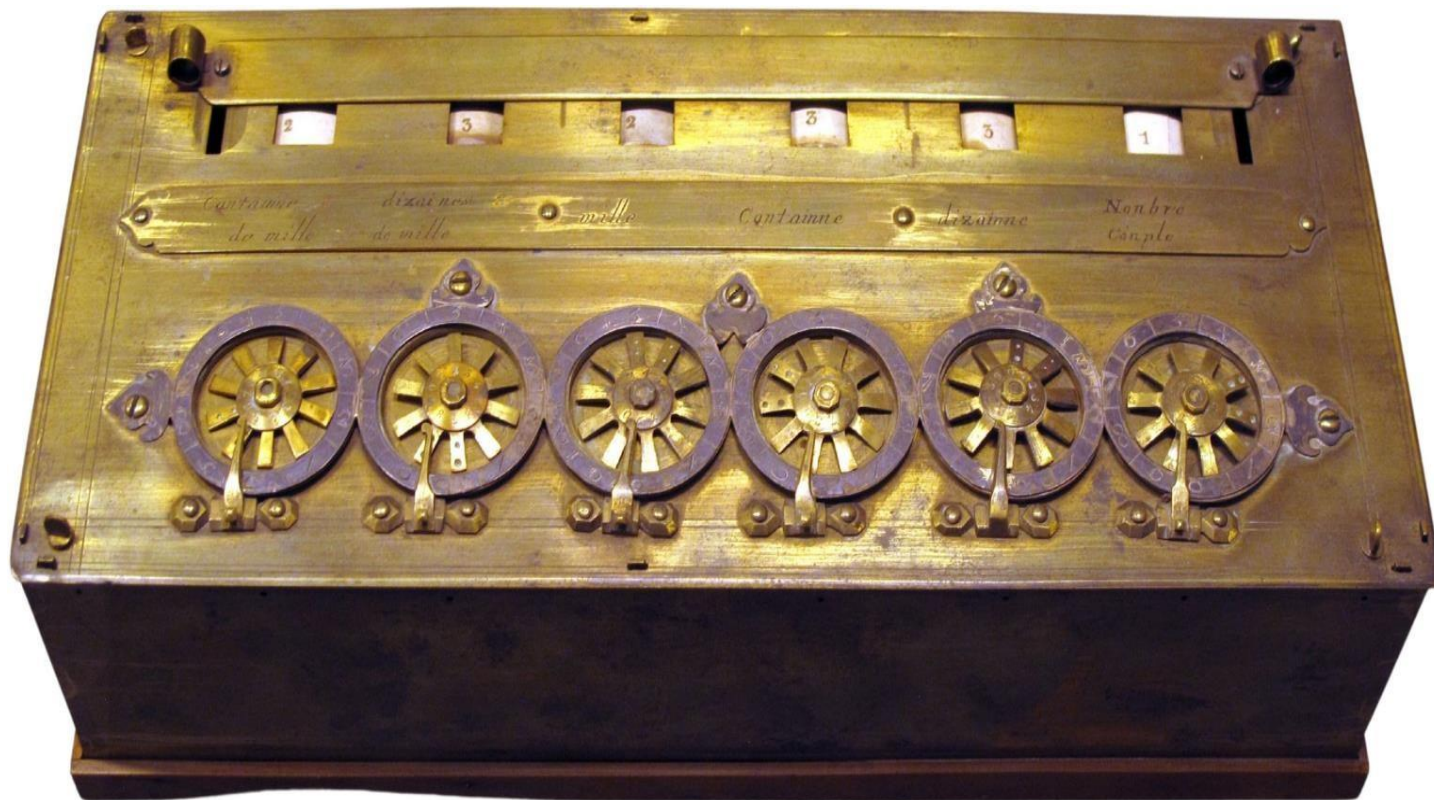
Adapun fungsi lainnya antara lain sebagai berikut :

- Mengambil instruksi dan data dari memori.
- Memindah data dari dan ke memori.
- Mengirim sinyal kendali dan melayani sinyal interupsi.
- Menyediakan pewaktuan untuk siklus kerja sistem microprocessor.
- Mengerjakan operasi logika dan aritmatika.



2.2. Sejarah Microprocessor

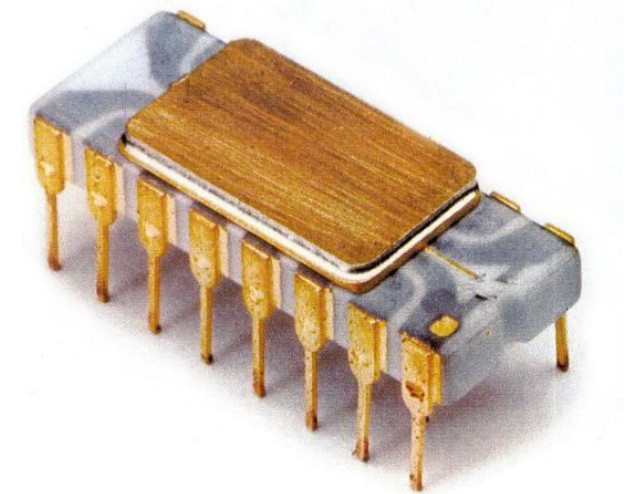
Sekitar tahun 1642, Blaise Pascal menciptakan mesin hitung yang menggunakan prinsip gigi roda (cikal bakal kalkulator sekarang). Perkembangan berikutnya adalah penciptaan mesin hitung raksasa (1940-1950) yang dibangun dari relai-relai dan tabung-hampa (vacum-tube) berukuran raksasa. Perkembangan selanjutnya adalah pemanfaatan transistor dan komponen zat padat (solid-state electronic) untuk membangun mesin serupa yang berukuran lebih kecil. Akhirnya, perkembangan rangkaian terpadu atau terintegrasi (Integrated Circuit) sekitar 1960 itu telah mengantarkan perkembangan microprocessor dan sistem komputer berbasis microprocessor ke arah yang lebih baik.



Microprocessor atau processor merupakan bagian yang sangat penting dari sebuah komputer, yang berfungsi sebagai otak dari komputer. Tanpa processor, komputer hanyalah sebuah mesin dungu yang tak bisa apa-apa. Nah berikut perkembangan processor, mulai dari generasi 4004 microprocessor yang dipakai pada mesin penghitung Busicom sampai dengan intel Quad-core Xeon. Perkembangan processor diawali oleh processor intel, yang pada saat itu hanya satu-satunya microprocessor yang ada. Tetapi saat ini sudah banyak beredar processor dari produsen yang lain, sehingga processor yang ada cukup beragam. Konsumen atau pengguna dapat memilih sesuai dengan kebutuhan.

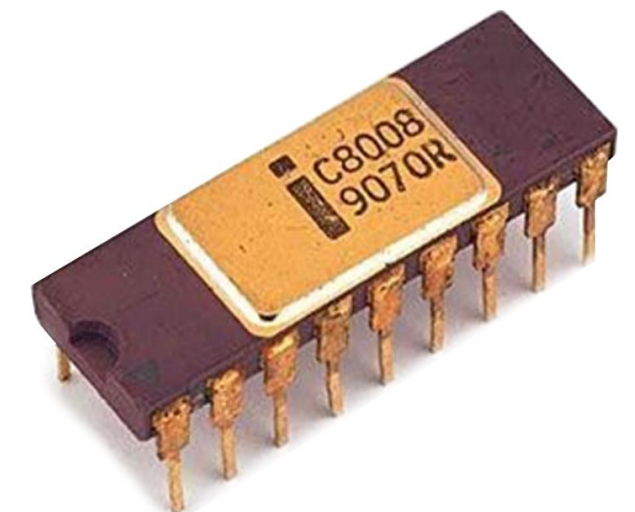
- **Microprocessor 4004 (1971)**

Pada awal tahun 1971, Intel Corporation & Marcion G. Hoff memperkenalkan microprocessor pertama kali yaitu microprocessor 4-bit seri 4004, yang memiliki 4096 alamat, masing-masing 4-bit memori dan memiliki 45 buah instruksi yang berbeda serta hanya digunakan untuk keperluan terbatas, misal video game dan beberapa alat kendali (controller) sederhana. Chip intel 4004 ini mengawali perkembangan CPU dengan mempelopori peletakan seluruh komponen mesin hitung dalam satu IC.



- **Microprocessor 8008 (1971)**

Pada akhir tahun 1971, dengan menyadari bahwa microprocessor adalah produk komersial, Intel Corporation kembali meluncurkan microprocessor 8-bit pertama yaitu 8008, dengan memori yang lebih besar (16 KB x 8-bit) dan jumlah instruksi yang lebih banyak (48 instruksi). Oleh karena pemakaian microprocessor 8008 yang makin meningkat dan meluas maka memori dan jumlah instruksi tersebut menjadi kurang memadai, sehingga Intel Corp tahun 1973 meluncurkan microprocessor 8080 (microprocessor 8-bit modern pertama). Setelah itu banyak perusahaan-perusahaan lain yang juga mengeluarkan microprocessor 4-bit & 8-bit mereka yang pertama. Keistimewaan microprocessor ini, selain alamat memori dan jumlah instruksinya yang lebih besar, peningkatan juga terasa pada aspek kecepatan (speed) yang fantastis dibanding dengan microprocessor 8008. Microprocessor 8008 dalam melakukan satu operasi internal membutuhkan waktu eksekusi sebesar 20mS, sedangkan microprocessor 8080 hanya membutuhkan waktu eksekusi sebesar 2,0mS saja.



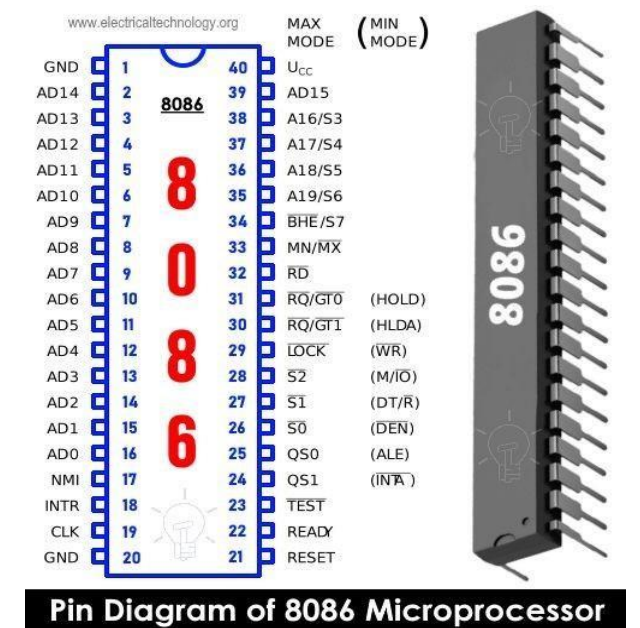
- **Microprocessor 8080 (1974)**

Pada tahun 1974, intel kembali mengeluarkan microprocessor terbaru dengan seri 8080. Pada seri ini, intel melakukan perubahan dari microprocessor multivoltage menjadi triple voltage, teknologi yang dipakai NMOS, lebih cepat dari seri sebelumnya yang memakai teknologi PMOS. Microprocessor ini adalah otak pertama bagi komputer yang bernama ALTAIR. Pada saat ini pengalaman memori sudah sampai 64 kilobyte. Kecepatannya sampai 10X microprocessor sebelumnya. Tahun itu juga muncul microprocessor dari produsen lain seperti MC6800 dari Motorola-1974, Z80 dari Zilog-1976 (merupakan dua rival berat), dan processor-processor lain seperti seri 6500 buatan MOST, Rockwell, Hyundai, WDC, NCR dst.



- **Microprocessor 8086 (1978)**

Pada tahun 1978, Intel Corp meluncurkan microprocessor 8086. Processor 8086 adalah CPU pertama yang memiliki cakupan 16-bit, tetapi pada saat ini masih banyak digunakan di mainboard standar 8-bit, karena mainboard 16-bit merupakan suatu hal yang mahal. Akhirnya pada tahun 1979, intel merancang ulang processor ini sehingga compatible dengan mainboard 8-bit yang diberi nama 8088 tetapi secara logika bisa dinamakan 8086sx. Perusahaan komputer IBM menggunakan processor 8086sx ini untuk komputernya karena lebih murah dari harga 8086, dan juga bisa menggunakan mainboard bekas dari processor 8080. Teknologi yang digunakan pada processor ini juga berbeda dari seri 8080, dimana pada seri 8086 dan 8086sx intel menggunakan teknologi HMOS.



- **Microprocessor 286 (1982)**

Intel 286 atau yang lebih dikenal dengan nama 80286 adalah sebuah processor yang pertama kali dapat mengenali dan menggunakan software yang digunakan untuk processor sebelumnya. 286 (1982) juga merupakan processor 16-bit. Processor ini mempunyai kemajuan yang relatif besar dibanding chip-chip generasi pertama. Frekuensi clock ditingkatkan, tetapi perbaikan yang utama adalah optimasi penanganan perintah. Intel 286 menghasilkan kerja lebih banyak tiap detik clock daripada 8088/8086.



- **Microprocessor (1992)**

Processor 64-bit telah ada diantara kita sejak 1992, dan pada abad ke-21 mereka semakin populer. Intel dan AMD telah memperkenalkan chip 64-bit, dan Mac G5 merupakan processor 64-bit. Processor 64-bit mempunyai ALU 64-bit, register 64-bit, bus 64-bit, dan seterusnya. Yang menjadi alasan mengapa perlu processor 64-bit adalah karena ruang pengalamatan mereka yang besar. Microprocessor 32-bit mempunyai akses RAM maksimum 2GB atau 4GB. Kedengarannya mungkin banyak, apalagi kebanyakan komputer rumahan biasanya hanya menggunakan RAM 256 MB sampai 512 MB. Namun, limit 4GB bisa menjadi masalah berat bagi mesin server dan mesin yang menjalankan database besar.

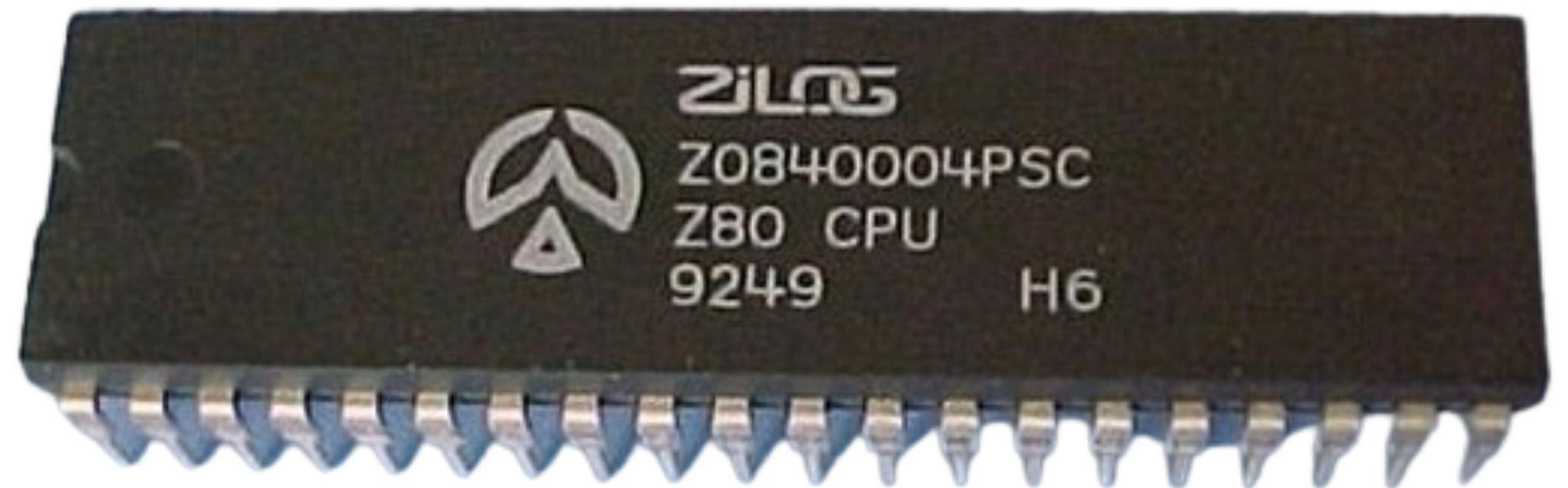


2.3. Arsitektur Microprocessor Z80

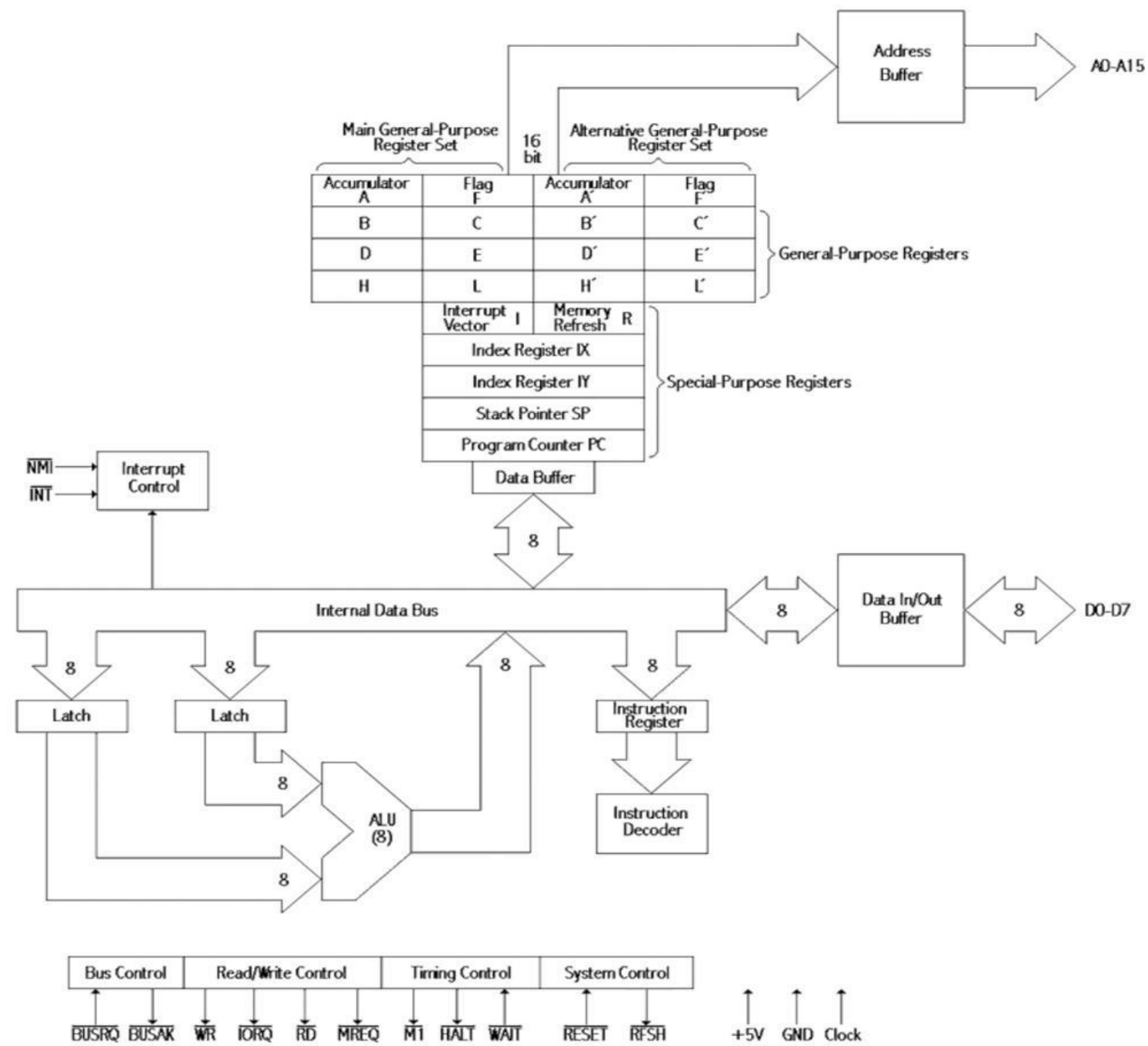
Setiap microprocessor mempunyai bentuk dan desain arsitektur yang berbeda antara satu dengan yang lainnya dan masing-masing mempunyai keunggulan dan kelemahan.

Arsitektur μP yang diperkenalkan pada bahasan ini, yaitu Z80, 8085, 6800, 68020, 80486, dan pentium. Tetapi yang akan dijelaskan secara mendalam yaitu microprocessor Z80.

Di dalam CPU Z80 terdapat 22 register, yaitu 18 register yang berkapasitas 8-bit dan 4 register berkapasitas 16-bit. Register ini dapat dipakai dan di program oleh pemakai. Susunan dari register-register ini dapat dilihat pada gambar di samping.



2.4. Blok Diagram Arsitektur Z80



- Akumulator (register A dan A' = 8 bit) digunakan untuk menyimpan data sementara dari hasil perhitungan ALU (Arithmetic Logic Unit).
- Flag register (register F dan F' = 8 bit) digunakan untuk menunjuk kondisi-kondisi yang terjadi sebagai hasil operasi arithmetic dan logic.
- Register B dan C, register 8 bit yang dapat disambungkan menjadi register pasangan BC dengan lebar 16 bit, dapat digunakan untuk menyimpan cacahan. Demikian juga dengan register HL dan DE berlaku untuk tujuan umum.
- Register index Ix dan Iy, register 16 bit yang digunakan untuk menangani lokasi memori eksternal dalam instruksi-instruksi pengalamatan tak langsung.
- Register stack pointer (SP), register 16 bit digunakan untuk menangani register 2 byte (16 bit) untuk menyimpan alamat 16 bit dari suatu tumpukan (stack) dalam memori luar yang bersifat filo, melalui instruksi push dan pop. Push digunakan untuk menyimpan data ke dalam stack. Pop digunakan untuk mengambil data dari stack.



- Register program counter (PC), register 16 bit digunakan sebagai penghitung program yang berisi instruksi berikutnya akan dilaksanakan oleh CPU.
- Register interupsi (I), register 8 bit digunakan untuk melayani interupsi yang berasal dari suatu alat peripheral, CPU akan loncat ke suatu lokasi memori yang mengandung subroutine yang melayani alat peripheral tersebut.
- Register memory refresh, register 8 bit digunakan untuk menyegarkan memori dinamik selama waktu CPU sedang mendekode dan melaksanakan pengambilan instruksi dari memori.

2.5. Bahasa Assembly

Bahasa mesin adalah bahasa dalam bentuk kode-kode biner sebagai sandi operasi (operation code) dari sebuah microprocessor. Bahasa mesin adalah bahasa yang langsung berhubungan dengan microprocessor yang ditulis dan dikembangkan dari set instruksi. Tanpa bantuan set instruksi, bahasa mesin sangat sulit dimengerti atau dipahami. Untuk dapat menulis bahasa mesin, maka penguasaan set instruksi sebuah microprocessor adalah wajib. Untuk membuat proses pemrograman menjadi lebih mudah, kebanyakan programmer menuliskan program dalam bentuk bahasa assembly lalu mereka menerjemahkan bahasa assembly yang ditulisnya menjadi bahasa mesin sehingga dapat di download ke memori dan di run (dijalankan). Penerjemahan bahasa assembly menjadi kode biner (bahasa mesin) dapat dilakukan secara manual atau menggunakan program yang disebut dengan assembler. Bahasa assembly menggunakan sejumlah mnemonik untuk merepresentasikan instruksi–instruksi. Mnemonik adalah singkatan dari suatu perintah atau instruksi sebagai piranti untuk membantu ingatan. Sebagai contoh :

- Load (LD).
- Add (ADD).
- Add With Carry (ADC).
- Subtract (SUB).
- Subtract With Carry (SBC).
- Complement (CPL).

Pernyataan bahasa assembly biasanya ditulis dalam bentuk standar seperti pola tabel di bawah.

Label	Mnemonik	Operand	Komentar
Mulai	LD	A, 3F	Isi register A dengan data 3Fh
	LD	B, 5D	Isi register B dengan data 5Dh
	ADD	A, B	Jumlahkan data A dengan data B

Tabel 1. Format program assembly

Dari tabel terlihat label. Label adalah simbol atau kelompok simbol yang digunakan untuk merepresentasikan alamat yang tidak diketahui secara spesifik pada saat pernyataan-pernyataan ditulis. Label tidak dipersyaratkan dalam setiap pernyataan. Label dimasukkan bila diperlukan saja.

Mnemonik adalah kolom singkatan dari setiap perintah bahasa assembly. Bagian operand dapat memuat nama Register, alamat memori, alamat port, atau data immediate dari sebuah instruksi. Operand adalah sasaran dari instruksi. Pada bagian operand terbagi menjadi dua bagian yaitu sumber data yang disebut dengan source dan tujuan data atau destinasi. Pada umumnya, source ada di sebelah kanan dari destinasi. Bagian komentar biasanya digunakan untuk memberi penjelasan singkat terkait maksud atau sasaran dari instruksi di sebelah kirinya.

Sekian Materi

Pengenalan Microcontroller dan Microprocessor

Sampai Jumpa di Materi Berikutnya

