

Bab V

Perangkat Keras Internet of Things (IoT) Microcontroller

Dosen : Bambang Sugiarto, S.T, M.T

**Program Studi S1 Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana YPKP Bandung**

*Dirangkum dari berbagai sumber referensi
(hanya untuk penggunaan internal/tidak untuk dipublikasikan)*



Pendahuluan

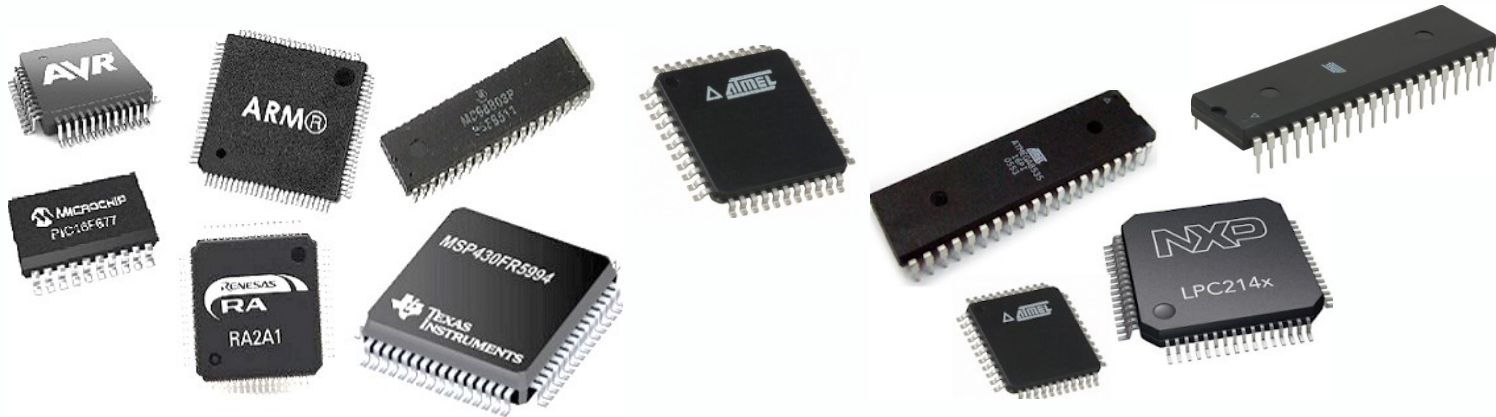
- Penggunaan mikrokontroler ini semakin populer karena kemampuannya yang dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk atau desain apabila dibandingkan dengan desain yang dibangun dengan menggunakan mikroprosesor dengan memori dan perangkat input dan output secara terpisah.
- Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas dan hal ini sangat cocok digunakan untuk Internet of Things (IoT).
- Mikrokontroler dirancang untuk melakukan fungsi tertentu, dan dapat diintegrasikan ke hampir semua hal mulai dari peralatan industri, item inventaris gudang, perangkat yang dapat dikenakan, hingga peralatan rumah tangga dan banyak lagi.
- Pada bab ini akan dijelaskan tentang mikrokontroler, jenis-jenisnya serta implementasinya di IoT.

What is a Microcontroller?



Mikrokontroler

- **Mikrokontroler** adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.
- Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus.





Keuntungan Mikrokontroler

- Keuntungan menggunakan mikrokontroler :
 - Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas dan dapat mengurangi biaya karena integrasi yang lengkap dalam sebuah mikrokontroler
 - Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
 - Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.
 - Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.

Perbedaan Mikrokontroler dengan Mikroprosesor

- **Mikroprosesor**

- Bersifat *general purpose* (fungsi umum, fleksibel). Sehingga berisikan sepaket chip yang hanya berfungsi sebagai pengolah data (terdiri dari ALU, PC, SP, register, clock, interrupt, data/address bus) dari memory.
- Dan dikarenakan tidak memiliki fitur terintegrasi sebagaimana mikrokontroler maka untuk menjadikannya dapat beroperasi kita perlu menambahkan lagi RAM, I/O, dan berbagai device/periferal lain (tergantung tujuan penggunaannya).
- Implementasinya misal seperti yang selama ini kita kenal dengan processor Intel dan AMD untuk Personal Computer (PC) adalah termasuk jenis ini.

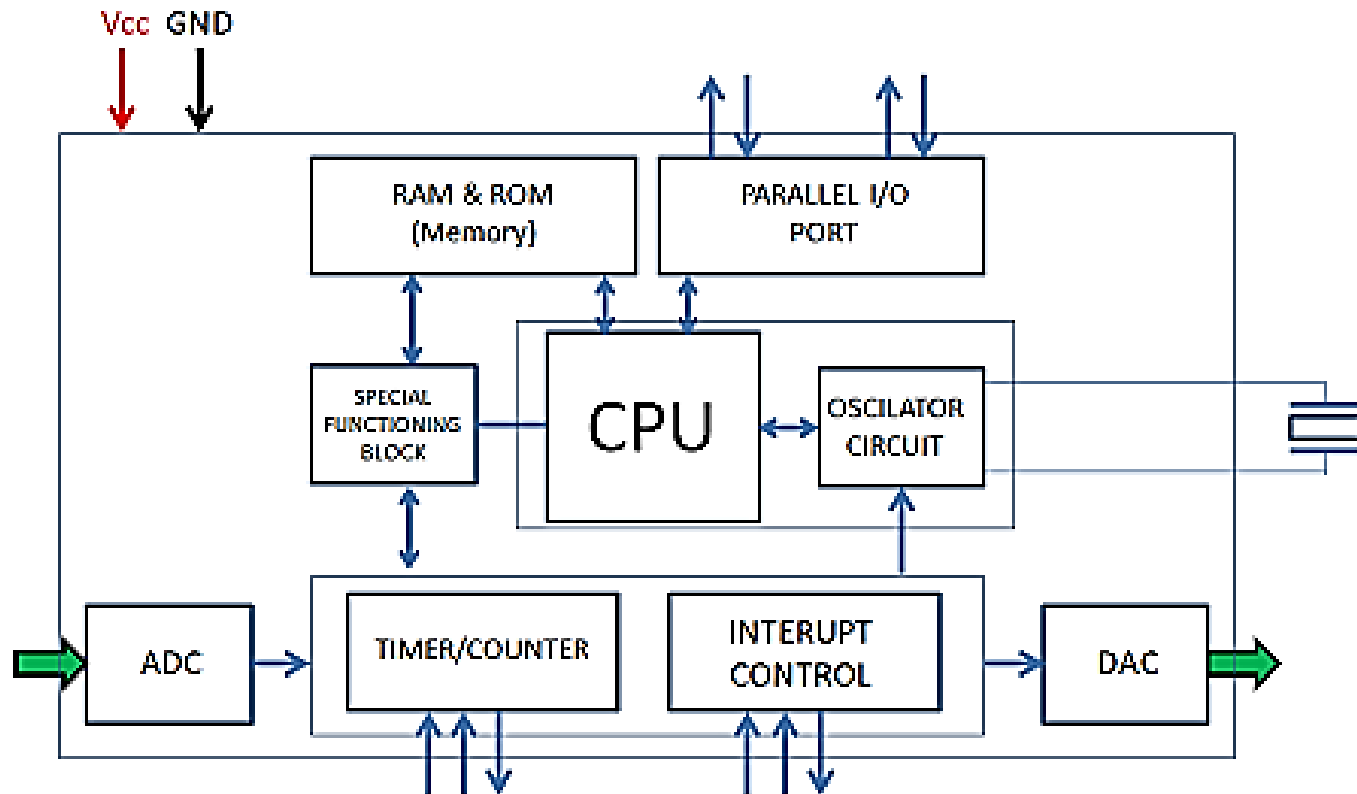


Perbedaan Mikrokontroler dengan Mikroprosesor

- **Mikrokontroler**

- Bersifat specific purpose (fungsi khusus, terbatas). Sehingga berisikan sepaket chip lengkap yang terdiri dari fitur-fitur pengolah data yang juga terdapat dalam mikroprosesor, ditambah RAM, ROM, I/O, dan fitur terintegrasi lain di dalamnya.
- Implementasinya dapat ditemui pada berbagai macam perangkat rumah tangga, telekomunikasi, otomotif, mesin industri, elektronik, dan perangkat-perangkat lain yang memiliki 'otak' (*embedded system*) di dalamnya.

Struktur Dasar Mikrokontroler





Struktur Dasar Mikrokontroler

- **Central Processing Unit (CPU)**

- Merupakan otak mikrokontroler.
- CPU bertanggung jawab untuk mengambil instruksi (fetch), menerjemahkannya (decode), lalu akhirnya dieksekusi (execute).
- CPU menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam satu sistem.
- Fungsi utama CPU adalah mengambil dan mendekode instruksi. Instruksi yang diambil dari memori program harus diterjemahkan atau melakukan decode oleh CPU tersebut.

- **Memori**

- Fungsi memori dalam mikrokontroler sama dengan mikroprosesor yaitu digunakan untuk menyimpan data dan program.
- Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah RAM dan ROM (EEPROM, EPROM dan lain-lainnya) atau memori flash untuk menyimpan kode sumber program (source code program).



Struktur Dasar Mikrokontroler

- **Port INPUT / OUTPUT paralel**
 - Port Input / Output paralel digunakan untuk mendorong atau menghubungkan berbagai perangkat seperti LCD, LED, printer, memori dan perangkat INPUT/OUTPUT lainnya ke mikrokontroler.
- **Port Serial (Serial Port)**
 - Port serial menyediakan berbagai antarmuka serial antara mikrokontroler dan periferal lain seperti port paralel.
- **Timer dan Counter**
 - Timer (pengatur waktu) dan Counter (pencacah/penghitung) adalah salah satu fungsi yang sangat berguna dari mikrokontroler.
 - Mikrokontroler mungkin memiliki lebih dari satu timer dan counter.
 - Timer dan Counter menyediakan semua fungsi pengaturean waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler.



Struktur Dasar Mikrokontroler

- Operasi utama yang dilakukan di bagian ini adalah fungsi jam, modulasi, pembangkitan pulsa, pengukuran frekuensi, osilasi, dan lain sebagainya.
- Bagian ini juga dapat digunakan untuk menghitung pulsa eksternal.
- **Analog to Digital Converter (ADC)**
 - Konverter ADC digunakan untuk mengubah sinyal analog ke bentuk digital.
 - Sinyal input dalam konverter ini harus dalam bentuk analog (misalnya Output dari Sensor) sedangkan Outputnya dalam bentuk digital.
 - Output digital dapat digunakan untuk berbagai aplikasi digital seperti layar digital pada Perangkat pengukuran.
- **Digital to Analog Converter (DAC)**
 - DAC melakukan operasi pembalikan konversi ADC.
 - DAC mengubah sinyal digital menjadi format analog dan biasanya digunakan untuk mengendalikan perangkat analog seperti motor DC dan lain sebagainya.



Struktur Dasar Mikrokontroler

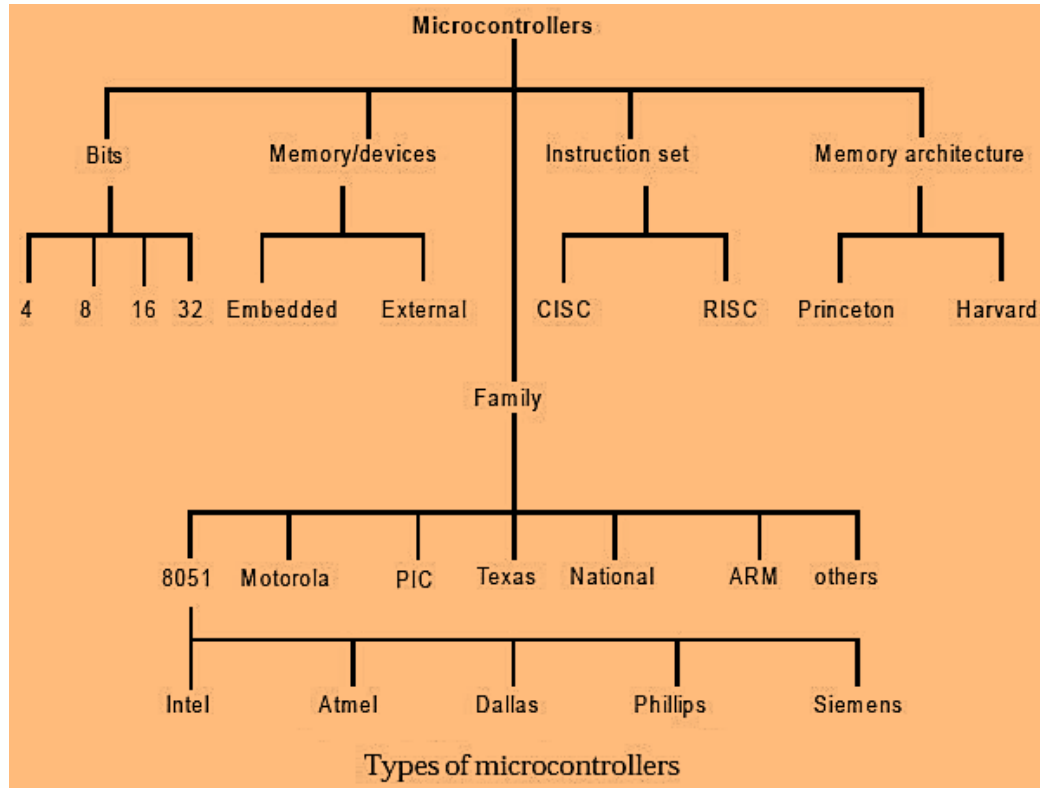
- **Interrupt Control**

- Kontrol interupsi atau Interrupt Control digunakan untuk menyediakan interupsi (penundaan) untuk program kerja.
- Interrupt dapat berupa eksternal (diaktifkan dengan menggunakan pin interrupt) atau internal (dengan menggunakan instruksi interupsi selama pemrograman).

- **Special Functioning Block**

- Beberapa Mikrokontroler yang hanya dapat digunakan untuk beberapa aplikasi khusus (misalnya sistem Robotik), pengontrol ini memiliki beberapa port tambahan untuk melakukan operasi khusus tersebut yang umumnya dinamakan dengan Blok Fungsi Khusus.

Jenis Mikrokontroler





Jenis Mikrokontroler

Mikrokontroler diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berikut :

1. Berdasarkan Jumlah Bit

- **Mikrokontroler 8 bit**
 - Hanya menjalankan operasi logika & aritmatika.
 - Contoh mikrokontroler 8 bit adalah Intel 8031/8051.
- **Mikrokontroler 16 bit**
 - Dijalankan dengan akurasi dan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan 8-bit.
 - Contoh mikrokontroler 16 bit adalah Intel 8096.
- **Mikrokontroler 32 bit**
 - Digunakan terutama pada peralatan yang dikontrol secara otomatis seperti mesin kantor, peralatan medis implan, dll.
 - Dibutuhkan instruksi 32-bit untuk menjalankan fungsi logis atau aritmatika.



Jenis Mikrokontroler

2. Berdasarkan Letak Memori

- **External Memory Microcontroller**
 - Ketika struktur tertanam (embedded) dibangun dengan sebuah mikrokontroler yang tidak terdiri dari semua blok fungsi yang ada pada sebuah chip, maka jenis ini dinamai mikrokontroler memori eksternal.
 - Contohnya : mikrokontroler 8031 yang tidak memiliki memori program pada chip.
- **Embedded Memory Microcontroller**
 - Ketika struktur tertanam dibangun dengan sebuah mikrokontroler yang terdiri dari semua blok fungsi yang ada pada sebuah chip, maka dinamai mikrokontroler memori tertanam.
 - Contohnya : mikrokontroler 8051 memiliki semua memori program & data, penghitung & timer, interupsi, port I/O dan karenanya dinamai mikrokontroler memori tertanamnya.

3. Berdasarkan Set Instruksi

- **Complex Instruction Set Computer (CISC)**
 - Lebih kaya instruksi tetapi fasilitas internal secukupnya saja.
 - Fasilitas internal yang dimaksudkan di sini antara lain:
 - ✓ Jumlah dan macam register internal,
 - ✓ Pewaktu dan/atau pencacah,
 - ✓ ADC atau DAC,
 - ✓ Unit komparator,
 - ✓ Interupsi eksternal maupun internal dan lain sebagainya
 - Contoh jenis mikrokontroler CISC : seri AT89 memiliki 255 instruksi
- **Reduced Instruction Set Computer (RISC)**
 - Lebih kaya fasilitas internalnya tetapi jumlah instruksi secukupnya
 - Contohnya : seri PIC16F hanya ada sekitar 30-an instruksi



Jenis Mikrokontroler

4. Berdasarkan Arsitektur Memori

- **Harvard Memory Architecture Microcontroller**
 - Menawarkan storage dan bus sinyal yang terpisah untuk instruksi dan data serta memiliki penyimpanan data yang seluruhnya ada di dalam CPU, dan tidak ada akses ke penyimpanan instruksi sebagai data.
 - Komputer memiliki area memori terpisah untuk instruksi program dan data menggunakan bus data internal, memungkinkan akses simultan ke instruksi dan data
- **Princeton (Von Neumann) Memory Architecture Microcontroller**
 - Satu jalur atau bus data ada untuk instruksi dan data, sehingga CPU melakukan satu operasi dalam satu waktu.
 - CPU akan mengambil instruksi dari memori, atau melakukan operasi baca/tulis pada data. Jadi pengambilan instruksi dan operasi data tidak dapat terjadi secara bersamaan.



Jenis Mikrokontroler

5. Berdasarkan Family

- Keluarga MCS51

- Termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC dan berdasarkan arsitektur Harvard
- Awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.
- Salah satu kemampuannya adalah pemasukan sebuah mesin pemroses boolean yang mengijikan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM.
- Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal Programmable Logic Control (PLC)



Jenis Mikrokontroler

- Mikrokontroler Alv and Vegard's RICS Processor (AVR)
 - Merupakan mikrokonktroler RISC 8 bit.
 - Karena menggunakan RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock.
 - AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.
 - Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas yaitu :
 - ✓ Keluarga ATTiny
 - ✓ keluarga AT90Sxx,
 - ✓ keluarga ATMega
 - ✓ AT86RFxx
 - Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya.



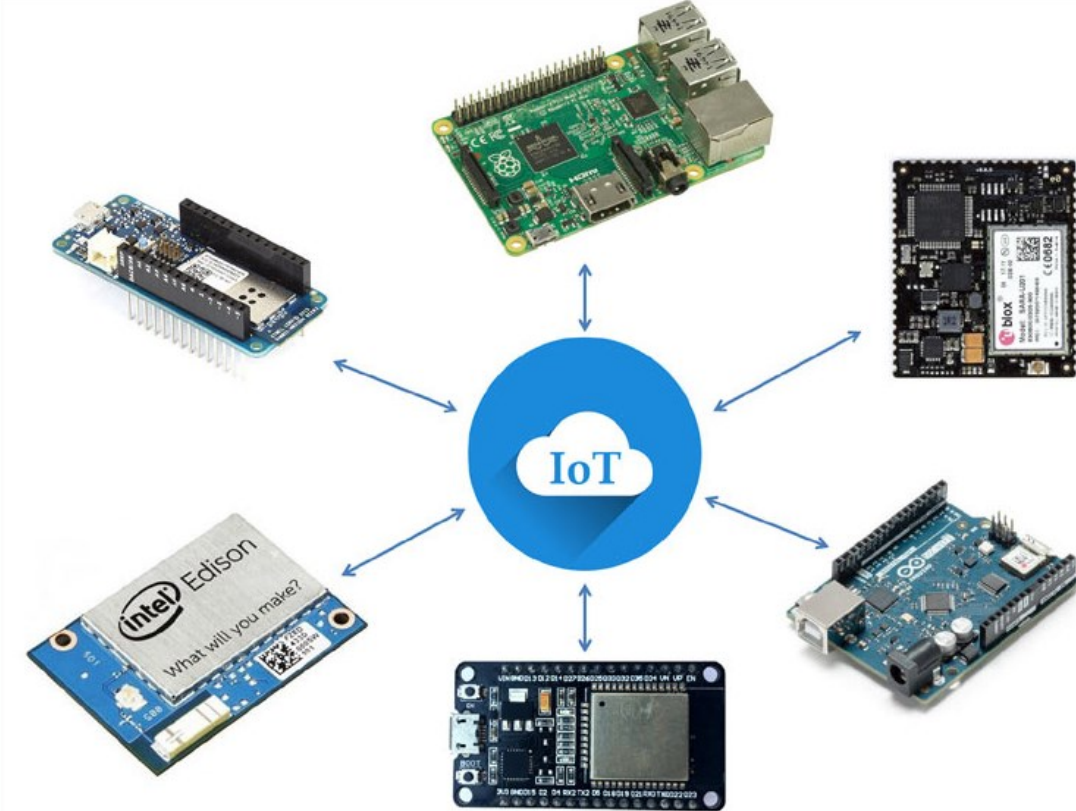
Jenis Mikrokontroler

- Peripheral Interface Controller (PIC)

- Merupakan keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan Microchip Technology.
- Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi Mikroelektronika General Instruments.
- Teknologi Microchip tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya ialah PICmicro. Hal ini karena PIC singkatan dari Peripheral Interface Controller, tetapi General Instruments mempunyai akronim PIC1650 sebagai Programmabel Intelligent Computer.
- Saat ini PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UAT, kernel kontrol motor dll serta memori program dari 512 word hingga 32 word



Board Mikrokontroler untuk IoT





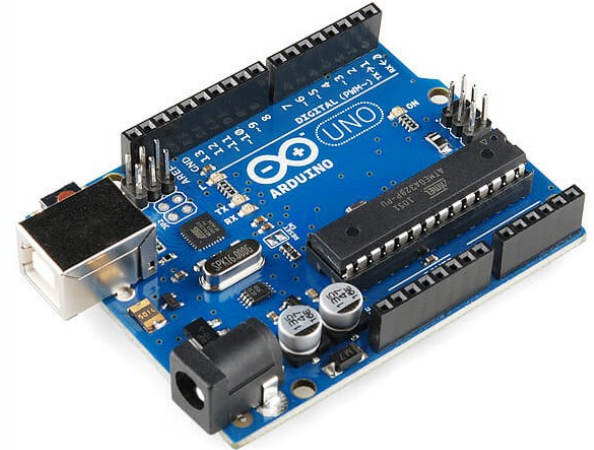
Board Mikrokontroler untuk IoT

- Untuk membangun sebuah sistem IoT dengan mikrokontroler, ada dua hal yang penting yaitu **development board** dan **Integrated Development Environment (IDE)**.
- Development board mikrokontroler berbentuk Printed Circuit Board (PCB) yang memiliki sirkuit dan perangkat keras yang dibuat untuk mendukung eksperimen dengan kemampuan papan mikrokontroler tertentu.
- Development board disatukan dengan prosesor, memori, chipset, dan periferal terpasang seperti LCD, Keypad, USB, port serial, ADC, RTC, IC Driver Motor, slot kartu SD, Ethernet, dan perangkat lain serta memiliki fitur debugging.
- Beberapa development board yang sering/cocok digunakan dalam IoT antara lain :

Board Mikrokontroler untuk IoT

➤ Arduino

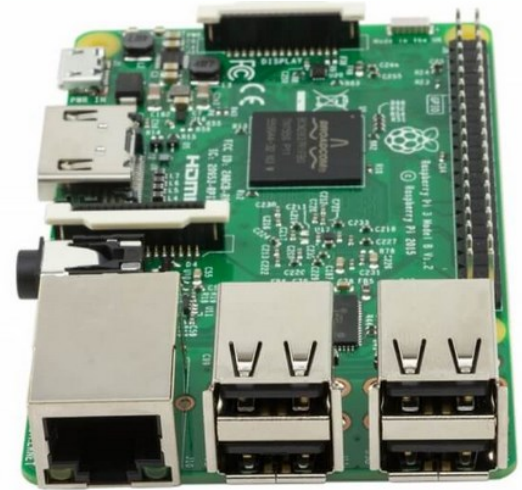
- ✓ Board Arduino merupakan sebuah mikrokontroler open-source sederhana yang dapat menjalankan satu tugas dalam satu waktu.
- ✓ Board Arduino sangat mudah digunakan karena telah disediakan sebuah software Intergrated Development Enviromtent (IDE) bernama Arduino IDE yang dapat digunakan menulis program, compile, sekaligus upload program ke chip mikrokontroler Arduino.
- ✓ Untuk bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++ yang telah disederhanakan, sehingga memudahkan pengguna dalam mempelajari atau membuat project dengan Arduino.
- ✓ Jenis : Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Mikro dan Arduino Yun



Board Mikrokontroler untuk IoT

➤ Raspberry Pi

- ✓ Merupakan sebuah Single Board Computer (SBC) seukuran kartu kredit yang dapat dihubungkan dengan mouse, keyboard, dan monitor untuk difungsikan sebagai PC desktop.
- ✓ Namun tak sampai di situ, selain berfungsi sebagai mini PC biasa ternyata Raspberry Pi bisa digunakan sebagai development board juga, sehingga kita dapat menambahkan berbagai komponen I/O pada pin GPIO Raspberry Pi.
- ✓ Di sisi lain, Raspberry Pi juga menggunakan sistem operasi berbasis Linux, yang mana dengan sistem operasi ini Anda dapat bebas bereksperimen atau membuat project yang lebih kompleks dengan kehandalan sistem operasi Linux.



Board Mikrokontroler untuk IoT

- **Intel Edison**

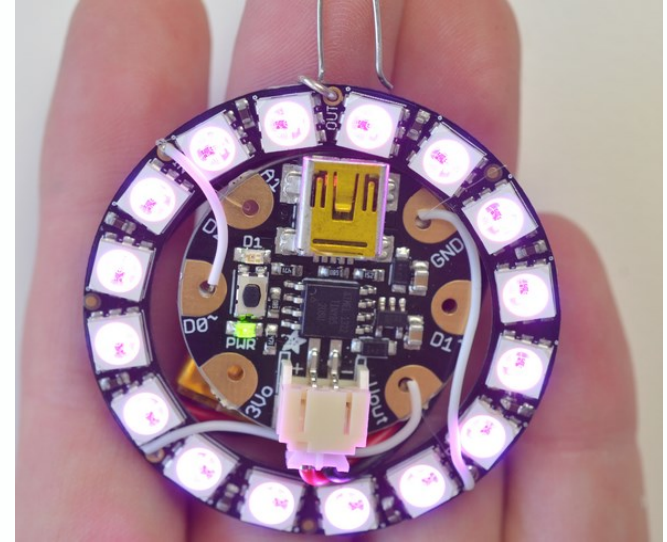
- ✓ Merupakan CPU dual-core berkinerja tinggi dengan micro-controller single core yang dapat mendukung pengumpulan data yang kompleks.
- ✓ Ini memiliki Wi-Fi terintegrasi yang disertifikasi di 68 negara, dukungan Bluetooth® 4.0, 1GB DDR, dan memori flash 4GB.
- ✓ Edison dilengkapi dengan dua papan pelarian – satu yang kompatibel dengan Arduino dan papan lainnya yang dirancang untuk menjadi lebih kecil dalam ukuran untuk prototipe mudah.
- ✓ Papan breakout Arduino memiliki 20 pin input/output digital, termasuk empat pin sebagai output PWM.



Board Mikrokontroler untuk IoT

- **Adafruit Flora**

- ✓ Merupakan platform elektronik yang dapat dikenakan (wearable) berdasarkan mikrokontroler Arduino paling populer.
- ✓ Ukuran Flora menjadikannya pilihan ideal untuk disematkan dalam pakaian.
- ✓ Muncul dengan benang konduktor tipis yang dapat dijahit yang berfungsi sebagai kawat yang menghubungkan daya dan aksesoris lainnya.
- ✓ Versi terbaru dari Flora dikirimkan dengan micro-USB dan LED Neopixel untuk kemudahan pemrograman dan pengujian.





Reference

- Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya, Teknik Elektronika, <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>
- Microcontroller Types and Applications, Electronics Hub, <https://www.electronicshub.org/microcontrollers/>
- Mikrokontroler CISC vs RISC, DSP & Embedded Electronics, <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2008/11/mikrokontroler-cisc-vs-risc/>
- Embedded Systems - Architecture Types, Tutorialspoint, https://www.tutorialspoint.com/embedded_systems/es_architectures.htm
- Arduino vs Raspberry Pi, Yuk Cari Tahu Perbedaanya, Digiware, https://digiwarestore.com/id/digiware-news/52_perbedaaan-arduino-dan-raspberry-pi