

## 2.3 Memahami Berbagai Electronic Development Board dan Cara Pemilihannya

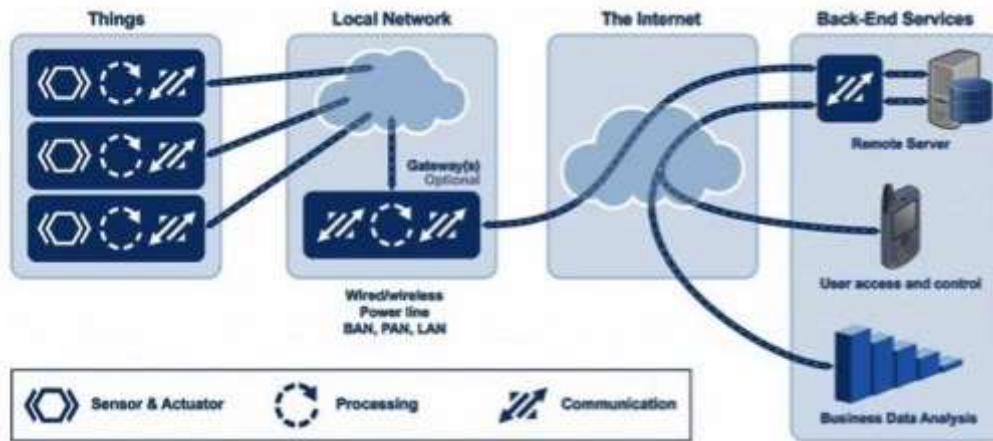


Indobot Academy 21 November 2022

### 1. Unit Processing pada Internet of Things

Volume dan kecepatan dimana data dihasilkan saat ini sangat menakjubkan. Menurut McKinsey, 90% dari semua data di dunia saat ini telah dihasilkan hanya dalam dua tahun terakhir. Untuk memahami sejumlah besar data yang dikumpulkan oleh sensor pada sebuah IoT maka perlu dilakukan pemrosesan data. Wikipedia menjelaskan pemrosesan data sebagai "pengumpulan dan manipulasi data untuk menghasilkan informasi yang berarti."

Dengan kata lain, tujuan pengolahan data adalah untuk mengubah data mentah menjadi sesuatu yang berguna. Harus diperhatikan bahwa data dan informasi adalah sesuatu yang berbeda. Data mengacu pada nilai mentah tertentu yang tidak terorganisir, dan biasanya tidak berguna sampai dilakukan proses lebih lanjut. Data yang telah dilakukan pemrosesan kemudian disebut sebuah informasi. Data adalah masukan atau nilai mentah dari sebuah pemrosesan data. Keluaran dari pengolahan data adalah informasi. Keluaran ini dapat disajikan dalam berbagai bentuk, seperti file teks biasa, bagan, spreadsheet, atau gambar.



Gambar 1. Sistem Internet of Things

Terlihat pada gambar 1 diatas bagian *things* terdapat sensor dan aktuator, unit *processing* dan *communication*. Tugas unit processing disini adalah membaca output dari sensor kemudian mengolah data tersebut dan dapat diteruskan ke jaringan melalui komunikasi. Sehingga peran unit processing adalah sangat penting, karena dengan tidak adanya unit processing semua proses tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya. Unit processing disini merujuk pada mikrokontroler atau mikroprosesor yang akan dijelaskan secara detail pada bab selanjutnya.

## 2. Mikrokontroler vs Mikroprosesor

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

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

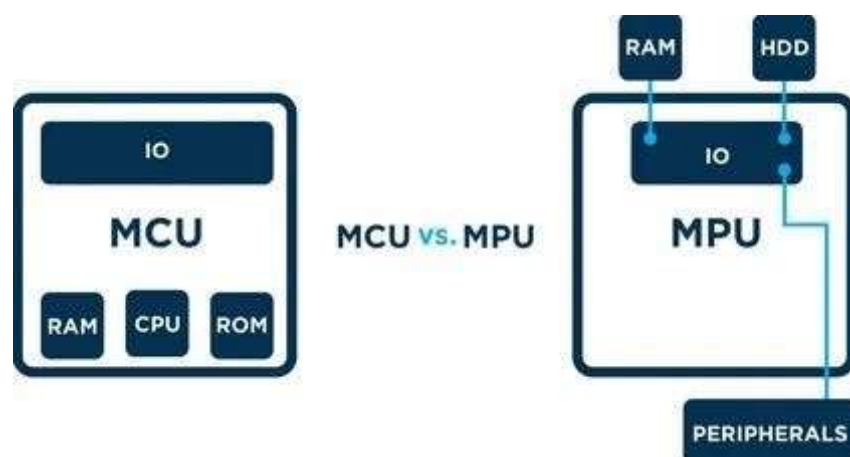
terpisah. Mikrokontroler yang ada sekarang ini juga telah mengalami perkembangan, tidak hanya bekerja pada 8bit saja, bahkan sekarang sudah ada mikrokontroler 64bit yang tentunya proses yang dikerjakan lebih cepat.



Gambar 2. Mikrokontroler berdasarkan bit

Mikroprosesor dan mikrokontroler sering didefinisikan dalam satu pengertian yang sama. Padahal sebenarnya, terdapat perbedaan yang mendasar diantara keduanya. Mikroprosesor merupakan Central Processing Unit (CPU) yang terbentuk dalam satu chip. CPU tersusun atas beberapa komponen meliputi: Arithmetic and Logic Unit (ALU), register, bus control unit, instruction decoder, dan lain-lain. Sedangkan mikrokontroler merupakan gabungan dari CPU, port input/output (I/O), memori, timer, port serial, port paralel, dan rangkaian pendukung lainnya yang dikemas menjadi satu chip. Mikroprosesor hanya memiliki CPU dan beberapa IC dalam Chip IC nya.

Tidak seperti Mikrokontroler, dalam Chip IC Mikroprosesor tidak terdapat ROM, RAM, I/O dan perangkat peripheral, sehingga diperlukan adanya tambahan komponen eksternal dan interkoneksi antar komponen agar Mikroprosesor dapat bekerja. Biasanya, Mikroprosesor digunakan untuk tujuan umum (general purpose) yang membutuhkan komputasi kompleks. Perbedaan secara struktur peripheral yang dimiliki oleh mikrokontroler dan mikroprosesor ditunjukkan pada gambar 3. Secara detail perbedaan ini akan dijelaskan di bawah dengan memberikan contoh pada masing-masing jenis.



### 3. Electronic Development Board

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa jenis mikrokontroler yang sudah diproduksi dalam sebuah *development board*. Spesifikasi teknis, fitur dan skema dari masing-masing contoh akan dijelaskan pada bagian ini secara detail. Beberapa *development board* yang akan dijelaskan adalah Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Nano 33 IoT, Arduino MKR WAN 1300, ATmega Series, STM32, STM8, ESP8266, ESP32 dan Raspberry Pi Pico. Agar dapat menentukan mikrokontroler mana yang paling cocok dengan aplikasi yang dirancang, harus diketahui beberapa fitur utama dari mikrokontroler dan fungsinya. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi yang akan ditemui dan perlu dipahami saat membaca *datasheet* untuk mikrokontroler:

- Bits: Mikrokontroler biasanya ditawarkan dengan informasi jumlah bit. Jumlah bit ini berdampak pada kecepatan proses dari mikrokontroler. Semakin besar bit yang ada pada mikrokontroler tersebut maka semakin cepat pula proses yang dapat dilakukan pada setiap langkahnya
- RAM: RAM adalah *memori* dengan kecepatan tinggi yang tidak menyimpan data tanpa adanya pasokan daya (bersifat *volatile*). Semua mikrokontroler dilengkapi dengan RAM dalam jumlah tertentu yang memungkinkan mikrokontroler dapat mengerjakan beberapa instruksi bersamaan pada satu waktu. Semakin banyak yang RAM yang dimiliki, semakin baik, tetapi biasanya mikrokontroler dengan RAM yang besar akan seiring dengan harganya yang lebih mahal
- Flash Memory: Flash adalah memori komputer yang dapat menyimpan data tanpa adanya pasokan daya (bersifat *non-volatile*). Flash memory ini berguna untuk penyimpanan kode atau file yang dibutuhkan dalam proses yang dikerjakan oleh mikrokontroler. Biasanya mikrokontroler tidak membutuhkan spesifikasi flash memory yang besar karena program yang dibuat biasanya sangat ringkas
- GPIO: GPIO adalah singkatan dari *General Pin Input/Output*. GPIO adalah pin yang akan bisa digunakan untuk menghubungkan sensor dan aktuator ke Jumlah pin dapat berkisar dari satu hingga ratusan, tergantung pada spesifikasi dari mikrokontroler
- Konektivitas: Komunikasi adalah hal penting yang ada pada sistem IoT sehingga konektivitas menjadi bagian utama ketika akan menggunakan perangkat. Ada beberapa jalur komunikasi seperti wifi, ethernet, bluetooth,

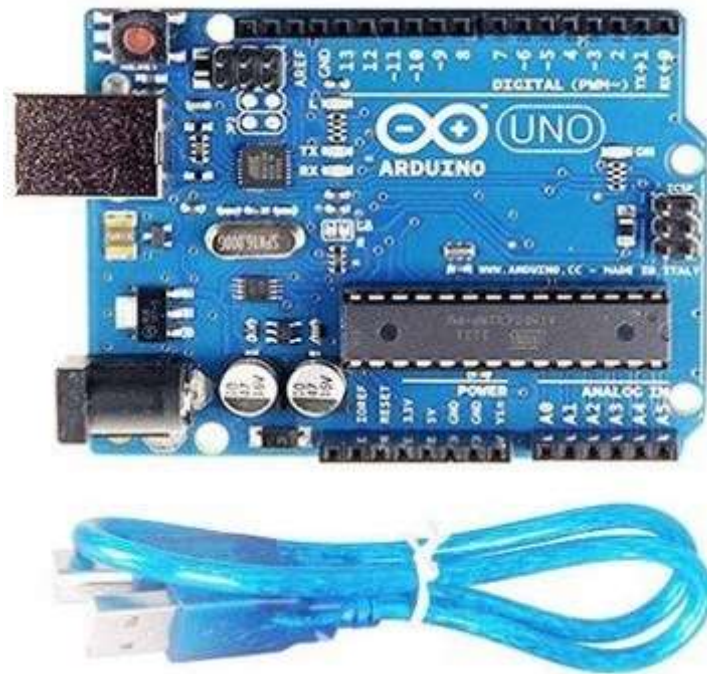
atau LoRa yang sudah terintegrasi pada sebuah mikrokontroler. Tetapi konektivitas juga dapat ditambahkan pada mikrokontroler yang tidak memiliki konektivitas seperti menambahkan *bluetooth module* agar dapat berkomunikasi melalui bluetooth

- Konsumsi daya: Konsumsi daya juga merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan terkait pemilihan mikrokontroler dalam aplikasi Lingkungan aplikasi IoT yang mungkin saja di area yang jauh dari sumber listrik sehingga hanya memanfaatkan sinar matahari melalui solar panel yang ini artinya sumber daya listrik yang ada sangat-sangat terbatas. Dengan menggunakan mikrokontroler yang memiliki daya rendah tentunya dapat memperpanjang waktu kerja dari mikrokontroler tersebut tanpa khawatir kehabisan daya
- Perangkat pengembangan dan komunitas: Satu hal selain dari sisi teknis yang ada pada mikrokontroler itu adalah terkait perangkat pengembangan dan jumlah pengembang serta pengguna. Dengan perangkat pengembangan yang baik dalam hal dokumentasi, *software* maupun *library* tentu akan memudahkan pembuatan aplikasi IoT. Selain itu komunitas menjadi penting karena pengembang dapat berbagi keluhan dan masalah yang dihadapi dan mendapatkan solusi dari komunitas tersebut

## **4. Jenis-jenis Electronics Development Board**

### **4.1 Arduino Uno**

Arduino uno adalah salah satu kategori Arduino yang berukuran sedang dan paling banyak digunakan saat ini. Sekaligus sebagai produk pertama yang dirilis oleh pihak Arduino sendiri. Ini ditandai dengan penggunaan kata "Uno" yang dalam bahasa Italia artinya satu atau pertama. Pada papan sirkuit Arduino Uno, di dalamnya sudah tertanam chip mikrokontroler Atmega328 sebagai otak dari komponennya. Jadi jika ditanya apa itu Arduino Uno, maka jawabannya adalah jenis dari Arduino yang ukurannya sedang. Pada dasarnya, fungsi dari Arduino secara umum semuanya sama dengan fungsi pada Arduino jenis lainnya. Fungsi Arduino Uno adalah memudahkan penggunaanya dalam mengendalikan komponen elektronika dengan program seperti LED, motor DC, relay, servo, modul, dan segala jenis sensor. Bentuk dari arduino uno ditunjukkan pada gambar berikut.

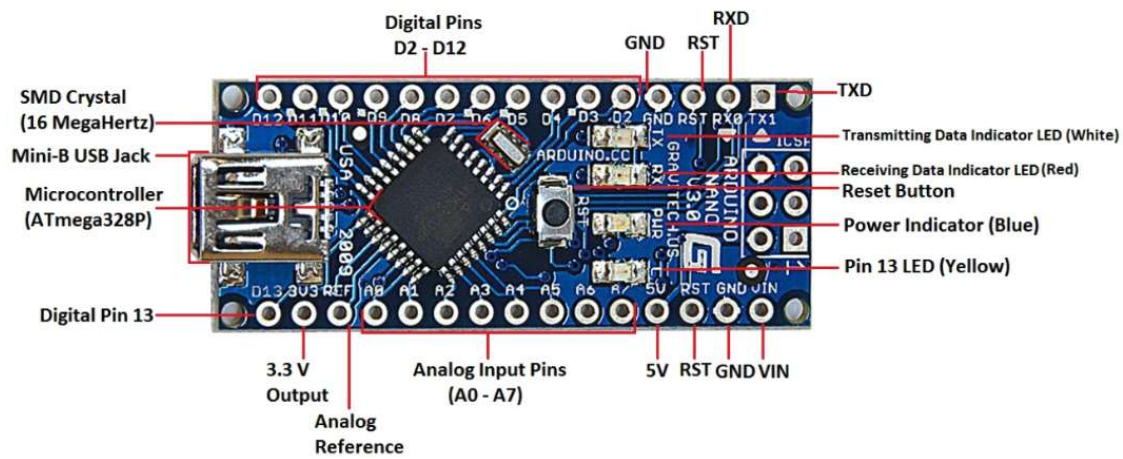


Gambar 4. Arduino Uno dan Kabel USB

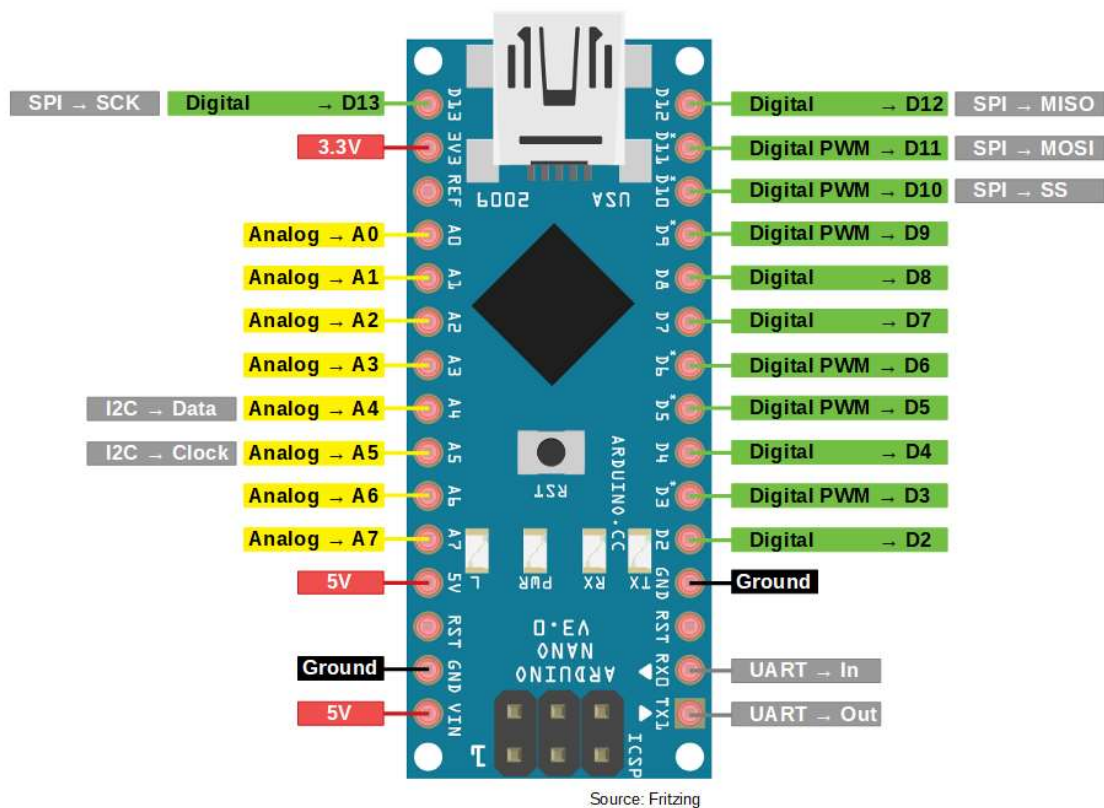
Arduino Uno telah dilengkapi dengan 14 pin input output digital yang 6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM. Selain itu, Arduino Uno memiliki 6 pin input analog yang dapat digunakan untuk perangkat-perangkat penghasil sinyal analog. Bukan hanya itu saja, ada pula yang disebut dengan pin reset, ground, VCC, IOREF, AREF, SDA, dan pin SCL. Detal pin yang ada pada Arduino Uno adalah sebagai berikut:







Gambar 6. Arduino Nano



Gambar 7. Pinout Arduino Nano (Sumber : Fritzing)

### 4.3 STM32 Blue Pill

STM32 Blue Pill merupakan salah satu board mikrokontroler buatan STMicroelectronics yang cukup populer pemakaiannya saat ini. Mikrokontroler yang digunakan adalah STM32F103C8 yang berbasis ARM Cortex M3. Board ini cukup murah dibandingkan dengan board Arduino resmi dan juga perangkat kerasnya open source. Mikrokontroler di dalamnya adalah STM32F103C8T6 dari STMicroelectronics. Selain Mikrokontroler, board ini juga menggunakan dua osilator kristal, satu adalah kristal 8MHz, dan yang lain adalah kristal 32 KHz, yang dapat digunakan untuk menggerakkan RTC internal (Real Time Clock).



Karena itu, MCU dapat beroperasi dalam mode deep sleep sehingga ideal untuk aplikasi yang dioperasikan dengan baterai. Karena MCU bekerja dengan 3.3V, board juga memiliki IC regulator tegangan 5V hingga 3.3V untuk memberi daya pada MCU. Meskipun MCU beroperasi pada 3.3V, sebagian besar pin GPIO-nya 5V tolerant. Pin MCU ditarik keluar dengan rapi dan dihubungkan ke pin header. Ada juga dua LED on-board, satu (warna merah) digunakan untuk indikasi daya / power, dan yang lainnya (warna hijau) terhubung ke pin GPIO PC13.

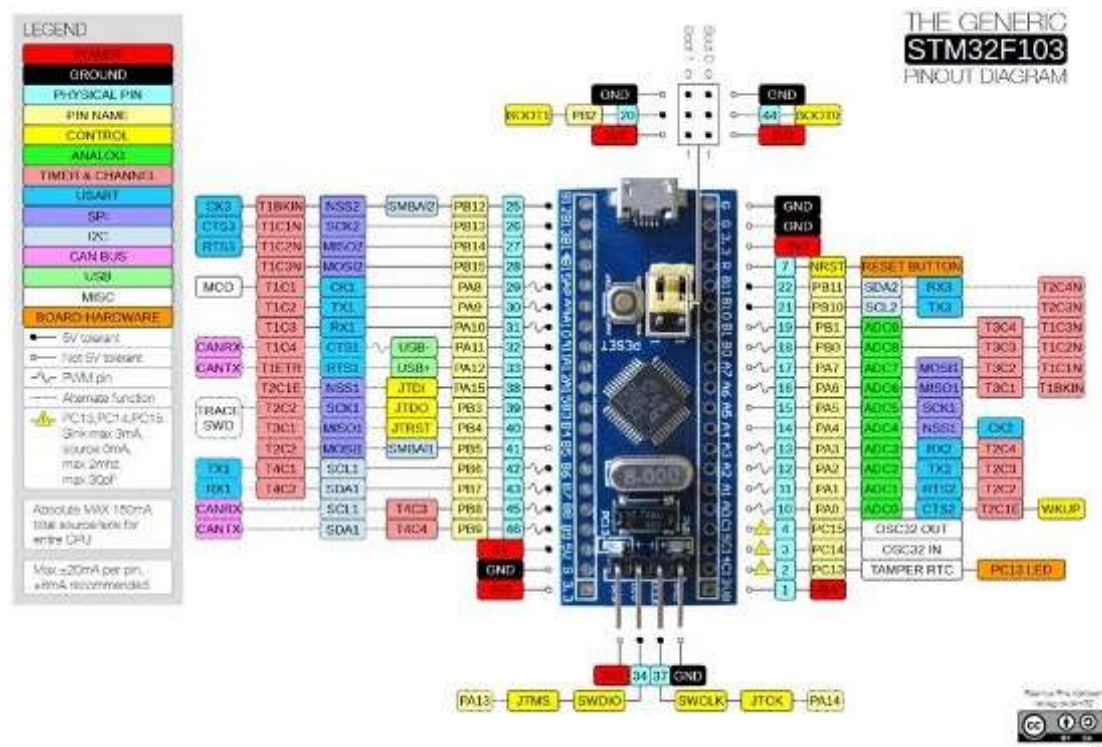
Board ini juga memiliki dua pin header yang dapat digunakan untuk beralih mode boot MCU antara mode pemrograman dan mode operasi, kita akan mempelajari lebih lanjut tentang ini nanti dalam tutorial ini. Gambar 8 dibawah menunjukkan spesifikasi dan bentuk fisik dari STM32 Blue Pill.



Gambar 8. STM32 Blue Pill

Mikrokontroler	STM32F103C8
Arsitektur	ARM Cortex M3
Flash Memory	64KB/128KB
SRAM	20KB
EEPROM	—
Clock Speed	72MHz
Jumlah Pin I/O Digital	22 (6 PWM)
Jumlah Pin I/O Analog	8

Dari spesifikasi diatas, terlihat bahwa STM32 Blue Pill memiliki keunggulan dan kompetitif dibanding Arduino. Di Indonesia, Blue Pill dijual dengan harga berkisar 30k-40k. Selain itu dari segi clock speed dan jumlah pin I/O, Blue Pill juga lebih unggul dibanding Arduino. Meskipun begitu, yang menjadi kelemahan utama STM32 Blue Pill ini adalah diperlukannya modul antarmuka tambahan untuk melakukan komunikasi serial dengan PC. Atau dengan kata lain untuk melakukan upload program masih harus dibutuhkan modul tambahan yang dinamakan bootloader. Tambahan modul interfacing ini cukup menyulitkan programmer saat praktikum karena pada beberapa kasus tidak bekerja.



Gambar 9. Pinout dari SMT32 Blue Pill (Sumber : predictabledesign.com)

## 4.4 ESP8266

Modul ESP8266 merupakan platform yang sangat murah tetapi benar-benar efektif untuk digunakan berkomunikasi atau kontrol melalui internet baik digunakan secara standalone (berdiri sendiri) maupun dengan menggunakan mikrokontroler tambahan dalam hal ini Arduino sebagai pengendalinya. Setelah dapat menguasai tutorial mengakses ESP8266 ini, Anda akan memiliki pengetahuan untuk mengontrol perangkat elektronika melalui internet dimanapun Anda berada. Dan hal ini sering disebut dengan istilah Internet of Things (IoT). Di pasaran ada beberapa tipe dari keluarga ESP8266 yang beredar, tetapi yang paling banyak dan mudah dicari di Indonesia yaitu tipe ESP-01, ESP-07, dan ESP-12. Untuk secara fungsi hampir sama tetapi

perbedaannya terletak pada pin GPIO (General Purpose Input Output) pada masing – masing tipe. Gambar 15 adalah tampilan dari beberapa tipe dari keluarga ESP8266.



Gambar 10. Keluarga ESP8266

ESP8266 Modul Wifi ini bisa sangat berguna untuk anda yang belum sama sekali mengenal modul-modul elektronika, karena ada banyak sekali modul-modul elektronika di dunia ini dan salah satunya modul wifi yang sangat bermanfaat bagi pekerjaan elektronika, chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya.

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (System on Chip), sehingga kita bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya, ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai ad hoc akses point maupun klien sekaligus.

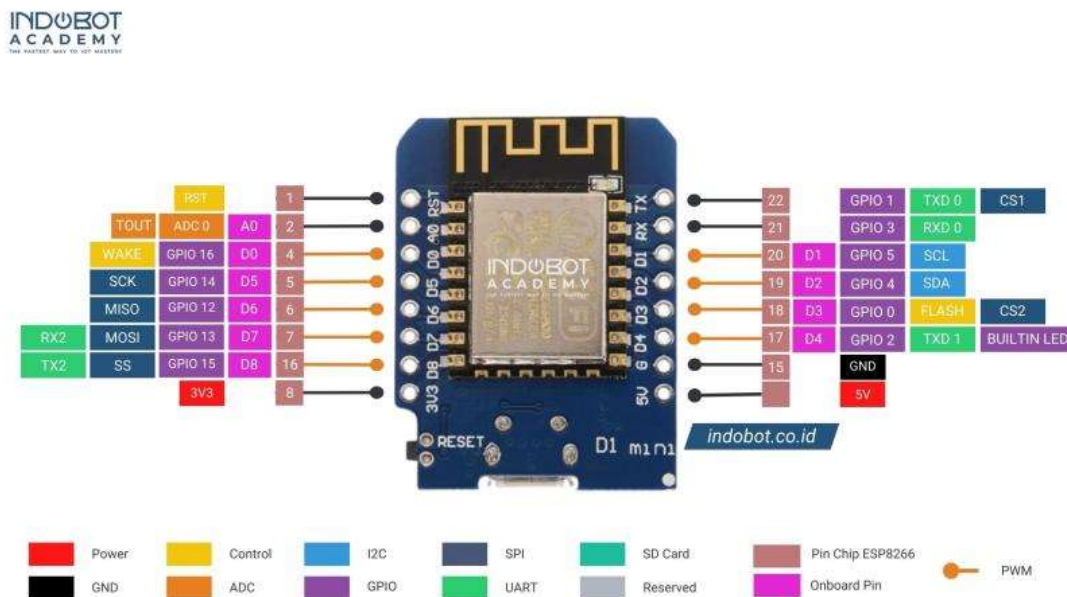
ESP8266 memiliki kemampuan on-board processing dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat. Dengan level yang tinggi berupa on-chip yang terintegrasi memungkinkan external sirkuit yang ramping dan semua solusi, termasuk modul sisi depan, didesain untuk menempati area PCB yang sempit.

ESP8266 dikembangkan oleh pengembang asal negeri tiongkok yang bernama "Espressif". Adapun merek-merek yang memproduksi board dengan chip ESP8266 seperti gambar 10 diatas yaitu sebagai berikut:

## 4.5 Wemos D1 Mini

WeMos D1 mini merupakan module development board yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dimana dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino. Salah satu kelebihan dari WeMos D1 mini ini dibandingkan dengan module development board berbasis ESP8266 lainnya yaitu adanya module shield untuk pendukung hardware plug and play. Spesifikasi dari Wemos D1 Mini adalah sebagai berikut:

- Beroperasi pada tegangan operasional 3,3 V
- Memiliki 11 pin digital IO termasuk didalamnya spesial pin untuk fungsi i2c, one-wire, PWM, SPI, interrupt
- Memiliki 1 pin analog input atau ADC
- Berbasis micro USB untuk fungsi pemrogramannya
- Memory flash : 4Mbyte
- Dimensi module : 34,2 mm x 25,6 mm
- Clock speed : 80MHz
- Menggunakan IC CH340G untuk komunikasi serial



Gambar 11. Wemos D1 Mini

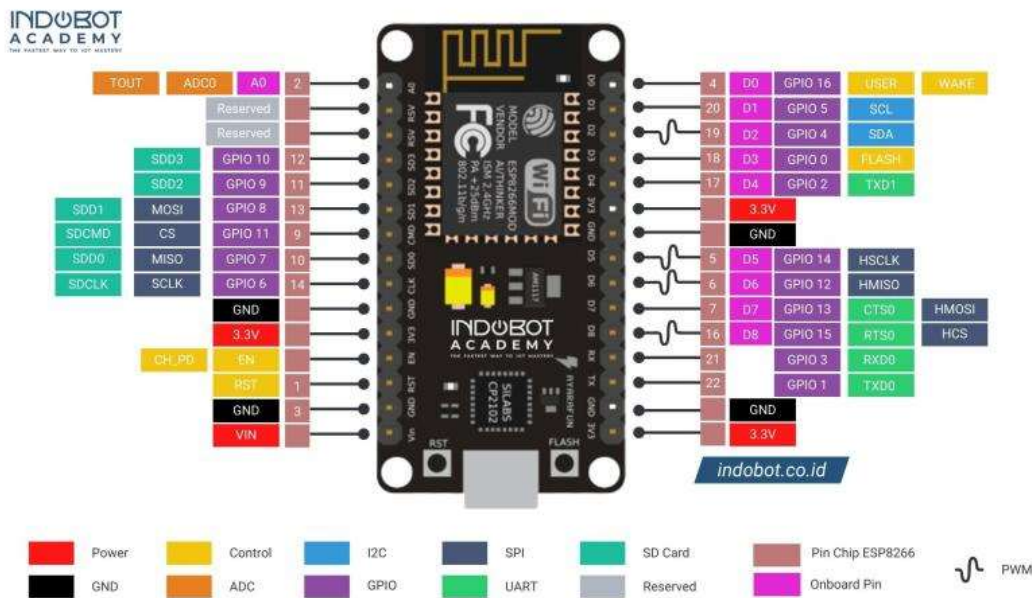
## 4.6 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat open source. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Bagaimana memprogram ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik wiring serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan sebagai kabel data dan kabel charging smartphone Android.

Karena jantung dari NodeMCU adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 ( juga ESP-12E untuk NodeMCU v2 dan v3) kecuali NodeMCU telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman Lua, yang kurang lebih cukup mirip dengan javascript. Beberapa fitur tersebut antara lain:

- 10 Port GPIO dari D0 – D10
- Fungsionalitas PWM
- Antarmuka I2C dan SPI
- Antarmuka 1 Wire
- ADC





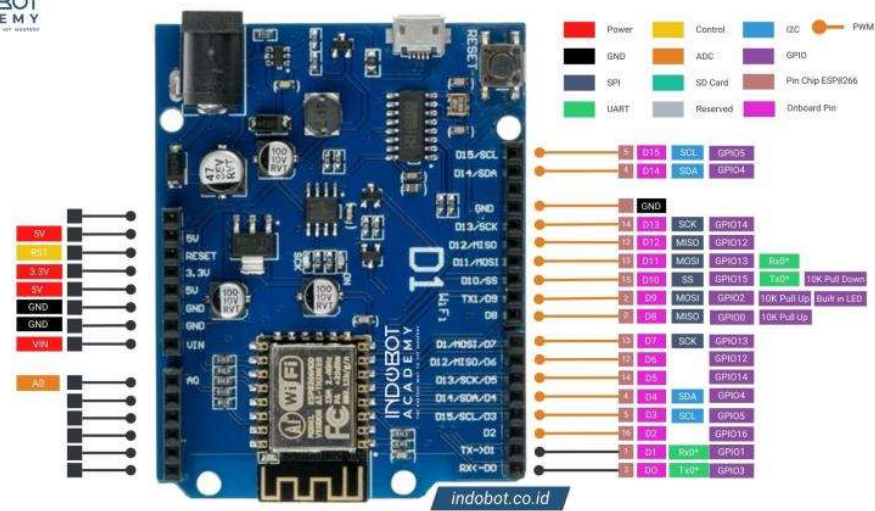
Gambar 11. NodeMCU ESP8266

## 4.7 Wemos D1 R1 (Mirip dengan Arduino Uno)

WeMos D1 R1 merupakan bentuk lain dari Wemos D1 Mini. Dimana module development board ini juga berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dimana dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino. Salah satu kelebihan dari WeMos D1 R1 ini dibandingkan dengan module development board berbasis ESP8266 lainnya yaitu dapat dihubungkan dengan shield arduino uno. Dimana shield ini merupakan modul plug and play dari yang support dengan pin pada Arduino Uno.

Spesifikasi dari Wemos D1 Mini adalah sebagai berikut:

- o Beroperasi pada tegangan operasional 3,3 V
- o Memiliki 16 pin digital IO termasuk didalamnya spesial pin untuk fungsi i2c, one-wire, PWM, SPI, interrupt
- o Memiliki 1 pin analog input atau ADC
- o Berbasis micro USB untuk fungsi pemrogramannya
- o Memory flash : 4Mbyte
- o Clock speed : 80MHz
- o Menggunakan IC CH340G untuk komunikasi serial



Gambar 12. Wemos D1 R1

## 4.8 ESP32

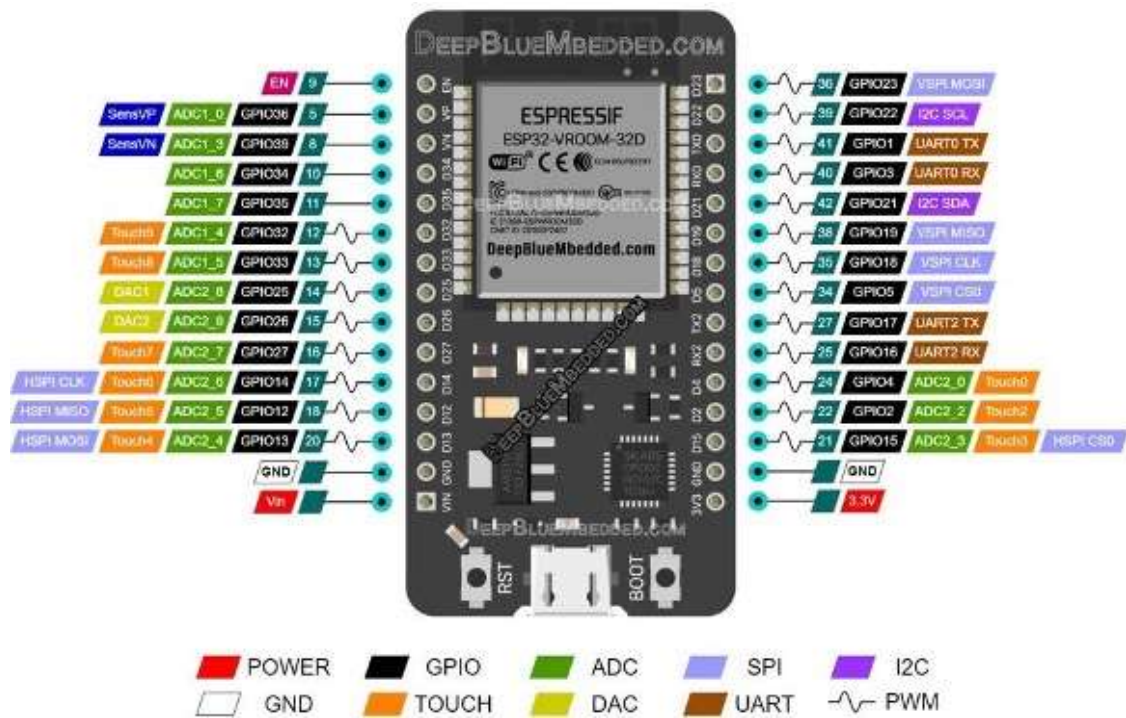
ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif. Mikrokontroler ini didesain berbasis IoT (Internet of Things) sehingga dilengkapi dengan periferal-periferal jaringan built-in seperti Bluetooth dan Wi-Fi. Dewasa ini, penggunaan mikrokontroler ini sudah cukup masif dilakukan dikarenakan tuntutan untuk menyesuaikan diri dengan revolusi industri 4.0. Tabel berikut menunjukkan spesifikasi dari ESP32.

Mikrokontroler	ESP32
Arsitektur	Xtensa LX6
Flash Memory	4 MB
SRAM	520 KB
EEPROM	—
Clock Speed	160/240 MHz
Jumlah Pin I/O Digital	39
Jumlah Pin I/O Analog	18

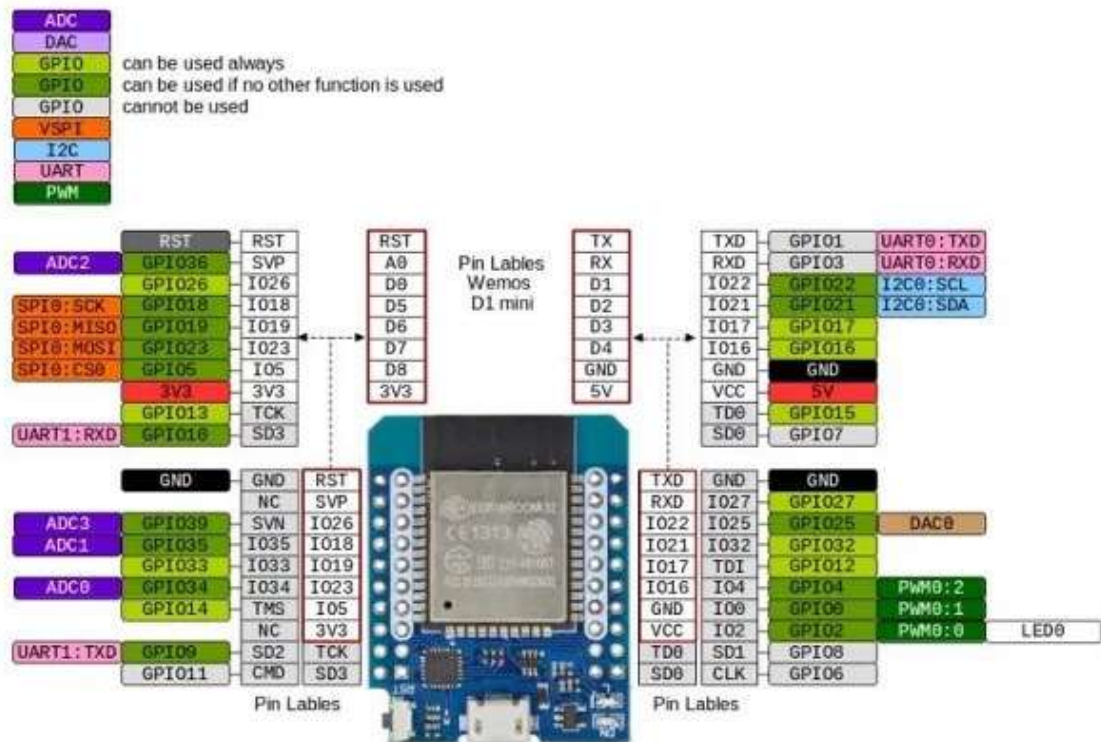
Dari spesifikasi diatas terlihat bahwa ESP32 memiliki memiliki memori sangat besar dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya seperti Arduino dan STM32. Dengan memori yang sangat besar seperti itu, penggunaan FreeRTOS sangat mungkin dilakukan.

Telah dibahas mengenai ESP8266 dan ESP32 ini merupakan penerus dari module ESP8266. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan mendukung Bluetooth 4.2 konsumsi daya yang rendah. Perbandingan ESP8266 dan ESP32 ditunjukkan pada tabel berikut:

<b>MCU</b>	Xtensa Single-core 32-bit L106 (ESP8266)	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS (ESP32)
<b>Wi-Fi</b>	802.11 b/g/n tipe HT20	802.11 b/g/n tipe HT40
<b>Bluetooth</b>	Tidak ada	tipe 4.2 dan BLE
<b>Typical Frequency</b>	80 MHz	160 MHz
<b>SRAM</b>	Tidak ada	ada
<b>Total GPIO</b>	17	36
<b>Total SPI-UART-I2C-I2S</b>	2-2-1-2	4-2-2-2
<b>Resolusi ADC</b>	10 bit	12 bit
<b>Suhu operasional Kerja</b>	-40°C to 125°C	-40°C to 125°C
<b>Sensor di dalam module</b>	Tidak ada	touch sensor, temperature sensor, hall effect sensor



Gambar 13. Bentuk dan Pinout ESP32 Devkit (Sumber : DeepBlueEmbedded.com)





Foundation telah merilis mikrokontroler murni dengan harga super rendah yaitu Raspberry Pi Pico. Ini berbeda dari saudara kandungnya, tetapi lebih mudah untuk diprogram daripada sebelumnya.

Kita dapat menulis aplikasi kecil pertama kita menggunakan MicroPython dan / atau C ++. Selain itu, Pico hadir dengan banyak GPIO terpasang dan bahkan satu atau sensor lainnya. Perangkat baru dari Raspberry Pi Foundation berbeda dari pendahulunya. Mikrokontroler kecil dijual seharga \$ 4 belum termasuk pajak dan pengiriman, membuatnya lebih dari kompetitif. "Persaingan" langsungnya adalah mikrokontroler lain seperti Arduino atau ESP8266. Bentuk dari Raspi Pico ditunjukkan pada gambar dibawah. Spesifikasi dari Raspi Pico adalah:

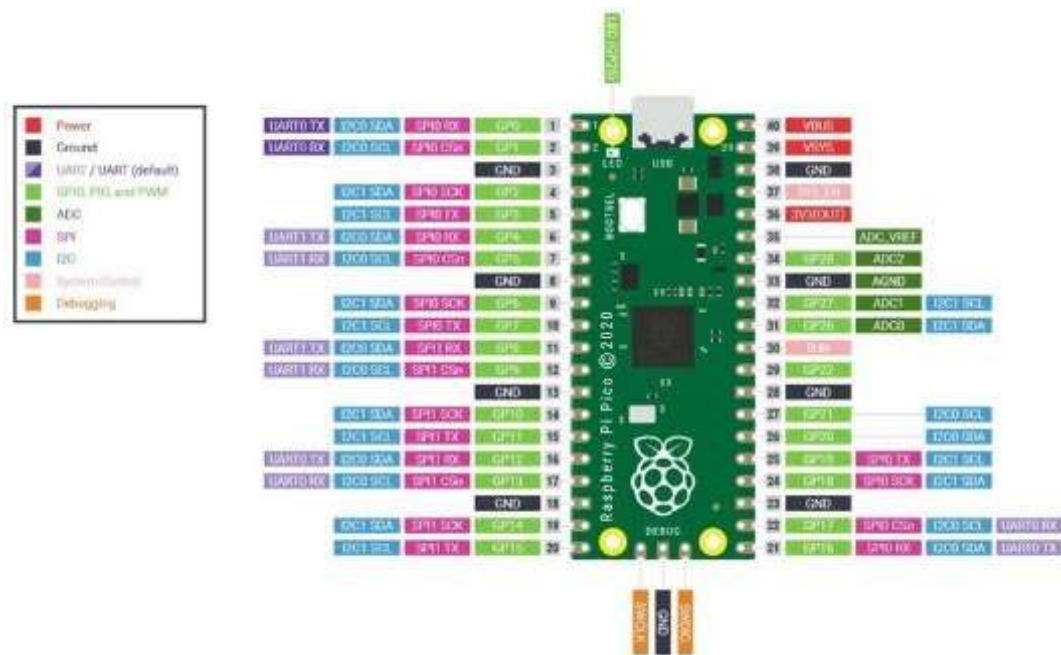
- Chip mikrokontroler RP2040
- Prosesor Dual-core arm Cortex M0 +, kecepatan clock fleksibel hingga 133 MHz
- 264 KB SRAM dan memori flash terintegrasi 2 MB
- Penyolderan langsung di papan dimungkinkan
- USB 1 dengan perangkat dan dukungan host
- Mode hemat energi dan hibernasi
- Pemrograman drag-and-drop melalui USB
- 26 pin GPIO (3.3V)
- 2 × SPI, 2 × I2C, 2 × UART, 3 × 12-bit ADC, 16 × saluran PWM
- RTC dan timer pada chip
- Sensor temperatur
- Library floating point on-chip
- 8 x mesin status I/O yang dapat diprogram (PIO) untuk dukungan periferal yang ditentukan pengguna



Gambar 15. Raspberry Pi Pico



Untuk membuat proyek berbasis board ini tentu diharuskan mengetahui letak dan fungsi dari masing-masing pin yang ada, pada gambar 24 menunjukkan pinout dari Raspi Pico. Di samping bahasa pemrograman C, Pico juga mendukung bahasa lain yang lebih spesifik seperti MicroPython. Total ada 30 pin GPIO pada tubuh Pico – empat di antaranya bisa digunakan sebagai input analog – dan ia turut dibekali port micro-USB yang mendukung mode mass storage. Semua itu dikemas dalam PCB berukuran 21 x 51 mm. Di Amerika Serikat, satu unit Raspberry Pi Pico dihargai hanya \$4 saja, dan seperti yang sudah menjadi tradisi Raspberry Pi selama ini, ada dokumentasi lengkap mengenai Pico yang dapat diakses di situsnya.



Sebagai salah satu pionir dalam memperkenalkan SBC ke khalayak ramai, nyaris semua maker mengenalnya. Berikut ini akan dibahas beberapa (varian) SBC yang dapat digunakan dalam membangun sistem IoT, spesifikasi, development stack, serta karakteristik yang unik yang mungkin dapat menjadi concern bagi pengembangan sistem berbasis sistem tertanam. Bicara mengenai Single Board Computer (SBC) atau biasa kita sebut mini PC, nama Raspberry Pi sudah tidak perlu diragukan lagi eksistensi dan kepopulerannya. Raspberry Pi merupakan salah satu platform mini PC yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Performa handal, harga yang terjangkau, serta dukungan komunitas yang luas menjadi faktor mengapa Raspberry Pi dipilih menjadi salah satu mini PC terbaik yang ada di pasaran saat ini.

Board Raspberry Pi sendiri memiliki beberapa versi, mulai Raspberry Pi Model B, Raspberry Pi model A+, Raspberry Pi 2 model B, Raspberry Pi 3 Model B, Raspberry Pi 3 model B+, Raspberry Pi Zero, dan sebagainya. Bulan Juni 2019 yang lalu, Raspberry Pi Foundation selaku pengembang dari SBC Raspberry Pi, memberikan kejutan dengan merilis varian terbaru dari produk mereka yaitu Raspberry Pi 4 Model B. Bentuk fisik dari Raspberry Pi 4 Model B ditunjukkan pada gambar 17 berikut.



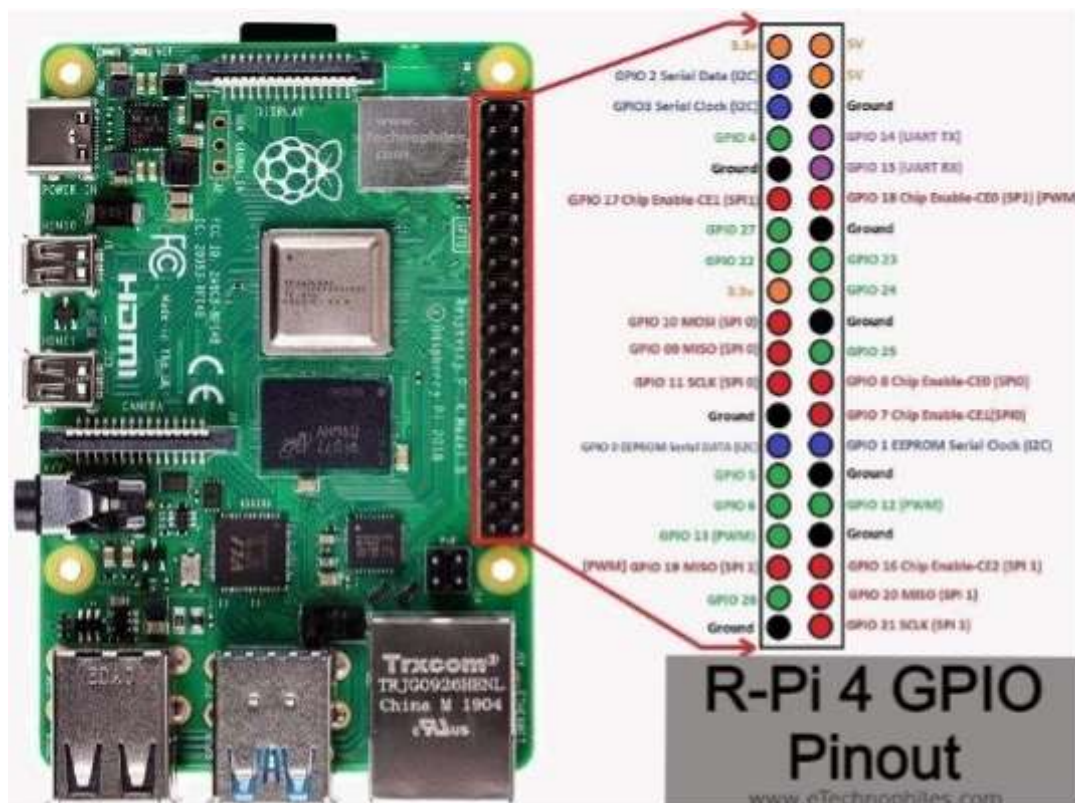
Gambar 17. Raspberry Pi 4 Model B

Raspberry Pi 4 menggunakan Graphic Processing Unit (GPU) yang lebih baru dibanding versi Raspberry Pi sebelumnya. Raspberry Pi 4 menggunakan GPU Broadcom VideoCore VI dengan clock 500 MHz, yang mana pada Raspberry Pi 3B+ masih menggunakan GPU Broadcom IV dengan clock 500 MHz. Dari hasil benchmark grafis yang dilakukan dengan cara menguji performa gaming menggunakan Open Arena @ 720p didapatkan bahwa Frame Per Second (FPS) yang dihasilkan oleh GPU Raspberry Pi 4 melampaui performa GPU pada

Raspberry Pi 3B+ hingga mendekati 50%, sehingga ini adalah kabar baik bagi Anda yang ingin menggunakan Raspberry Pi sebagai perangkat untuk multimedia dan gaming.

Raspberry Pi 4 memiliki jaringan wifi dual-band 802.11ac (2.4 GHz & 5 GHz) yang sama persis seperti Raspberry Pi 3B+. Hanya saja pada Raspberry Pi 4 terdapat peningkatan yang cukup signifikan di sektor Bluetooth dan Ethernet. Pada Raspberry Pi 4 sudah menggunakan teknologi Bluetooth terbaru yaitu Bluetooth 5.0 yang diklaim lebih baik dari Bluetooth 4.2 yang digunakan oleh Raspberry Pi 3B+. Bluetooth 5.0 mengalami peningkatan di segi kecepatan transfer data yaitu mencapai 2 Mbps (Bluetooth 4.2 – 1 Mbps), jarak transmisi data lebih jauh hingga 200 meter LoS (Bluetooth 4.2 – 50 meter LoS), serta dioptimalkan untuk aplikasi IoT.

Kemudian pada bagian Ethernet, baik Raspberry Pi 3B+ maupun Raspberry Pi 4 memang sama-sama menggunakan Gigabit Ethernet. Hanya saja pada Raspberry Pi 3B+ Ethernet yang digunakan adalah Gigabit Ethernet via USB 2.0, sehingga kecepatan maksimum yang dapat dicapai hanya 300 Mbps, sedangkan pada Raspberry Pi 4 ethernet yang digunakan adalah full Gigabit Ethernet, sehingga kecepatan data maksimum yang dapat ditransfer melalui port ini mencapai 1 Gbps, tiga kali lebih cepat dari Raspberry Pi 3B+.



Gambar 18.Pinout pada Raspberry Pi 4 Model B

**Spesifikasi**

**Raspberry Pi 3B+**

**Raspberry Pi 4**

<b>CPU</b>	BCM2837B0 64-bit Quad-Core Cortex-A53 @ 1.4 GHz	BCM2711B0 64-bit Quad-Core Cortex-A72 @ 1.5 GHz
<b>RAM</b>	1 GB LPDDR2	1/2/4 GB LPDDR4
<b>GPU</b>	Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz	Broadcom VideoCore VI @ 500 MHz
<b>Output Video</b>	1x HDMI	2x Micro HDMI
<b>Resolusi</b>	2560 x 1600	4K 60 Hz + 1080p atau 2x 4K 30 Hz
<b>Output Audio</b>	Audio Jack 3.5 mm	Audio Jack 3.5 mm
<b>Wifi</b>	802.11b/g/n/ac Dual Band @  2.4 Ghz & 5 GHz	802.11ac Dual Band @ 2.4 Ghz & 5 GHz
<b>Bluetooth</b>	Bluetooth 4.2	Bluetooth 5.0
<b>Ethernet</b>	Gigabit Ethernet Via USB 2.0 @ 300 Mbps	Gigabit Ethernet @ 1 Gbps
<b>USB</b>	4x USB 2.0	2x USB 3.0 & 2x USB 2.0
<b>Catu Daya</b>	5V @ 2.5A	5V @ 3A
<b>Port Catu Daya</b>	Micro USB	USB Type C
<b>GPIO</b>	40 pin	40 pin

Sumber:

Materi Kolaborasi Program KMMI UNY dengan Indobot Academy tahun 2021.

Materi Kolaborasi Program Digitalent Scholarship Kominfo dengan Indobot Academy tahun 2022.