

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Robot**

Robot merupakan alat mekanik yang mampu melakukan tugas-tugas manusia baik yang otomatis (kecerdasan buatan) maupun yang dikontrol manusia secara langsung, kata robot sendiri berasal dari kata “robota”.

Kata “Robota” sendiri berasal dari bahasa checko yang berarti pekerja yang tak mengenal lelah. Ada yang menganggap Robot merupakan sebuah tiruan baik hewan maupun manusia yang terbuat dari logam dan dapat melakukan tugas-tugas yang tak bisa dilakukan hewan maupun manusia itu sendiri.

Menurut Kamus Webster, robot adalah sebuah alat otomatis yang dapat melakukan fungsi tertentu berdasarkan kebutuhan manusia. Dikutip dari kamus Oxford, robot merupakan mesin yang diprogram oleh komputer, sehingga dapat melakukan serangkaian tugas rumit secara otomatis. Terakhir Menurut Robot Institute of America, robot adalah manipulator yang dapat deprogram ulang untuk memindahkan material atau peralatan tertentu guna menjalankan berbagai tugas, serta mengendalikan dan mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya. Itu artinya bahwa robot sangat berkaitan erat dengan industri.

Dari ketiga kamus tersebut memiliki sedikit perbedaan dalam mendefinisikan robot dan dari kedua kamus tersebut kesimpulan yang didapat adalah robot merupakan alat otomatis yang diprogram oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas rumit manusia dengan mudah dan biasa digunakan untuk industri.

### **2.1.1.1. Jenis Jenis Robot**

Robot terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan struktur bentuk yaitu :

#### **1. Mobile Robot**

Mobile robot adalah jenis robot yang menggunakan penggerak berupa roda. Mobile robot biasanya digunakan untuk permulaan mempelajari robot karena simpel juga mudah untuk dipelajari contohnya adalah line follower, wall follower dan obstacle avoidance.

#### **2. Robot Manipulator**

Robot manipulator adalah robot yang menyerupai struktur bentuk tubuh manusia seperti arm robot biasanya robot ini digunakan di industri untuk mengangkat benda berat atau mengerjakan secara cepat

#### **3. Robot Humanoid**

Robot humanoid adalah robot yang struktur nya menyerupai manusia secara utuh dengan kepala, kaki dan tangan. Robot ini biasanya mempunyai perhitungan dan program yang lebih kompleks. Contohnya robot ini biasa digunakan untuk kontes menari dan bergulat

#### **4. Flying Robot**

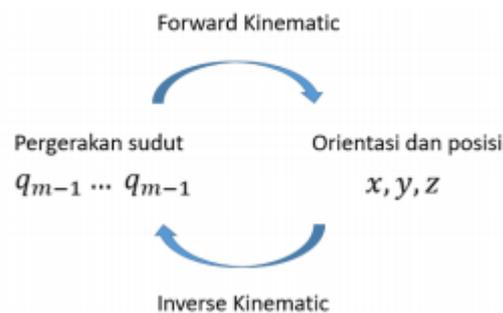
Flying robot adalah robot yang mempunyai kemampuan untuk terbang atau bergerak di udara. Robot ini biasanya dikendalikan menggunakan remote atau otomatis. Contohnya adalah drone atau robot pesawat

#### **5. Robot Berkaki**

Robot berkaki adalah jenis robot yang bergerak menggunakan kaki biasanya robot ini menyerupai hewan atau serangga dan menggunakan penggerak berupa motor servo. Contoh robot ini adalah robot hexapod dan robot quaddruped

## 2.2 Forward Kinematic dan Invers Kinematic

Ilmu mengenai kinematika robot merupakan ilmu yang mempelajari tentang pergerakan kerangka robot. Pergerakan kerangka robot tersebut dianalisis dengan memperhatikan konfigurasi dan kerangka tubuh robot secara mekanis yang memiliki lebih dari 1 joint (multi-joints). Pada forward kinematic adalah bagaimana mencari posisi dan orientasi dari end-effector dari robot berdasarkan nilai pergerakan sudut pada seriap kerangka koordinat atau frame masing-masing joint. Inverse kinematic adalah sebaliknya, menentukan nilai konfigurasi dari pergerakan joint dari nilai posisi dan orientasi tertentu.



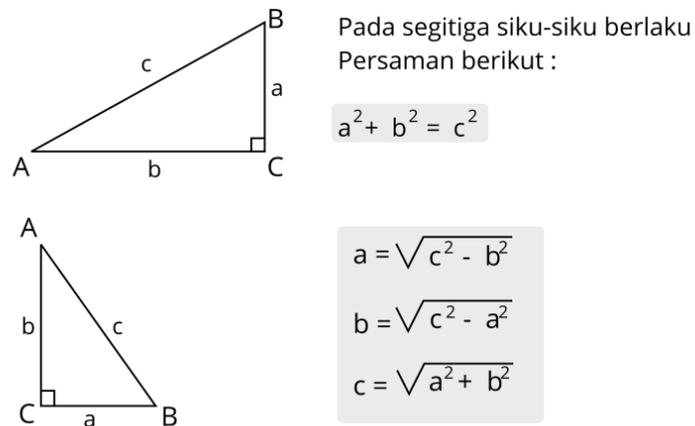
**Gambar 2.1 Hubungan *Invers Kinematic* dan *Forward Kinematic***

(Sumber : handritoar.wordpress.com)

Dengan posisi end-effector sebagai fungsi untuk menentukan koordinat. Menentukan forward kinematic dapat dilakukan dengan menggunakan matrik transformasi homogen. Matrik transformasi homogen tersebut dapat digunakan pada robot yang memiliki m-sumbu.

## 2.3 Teorema Pythagoras

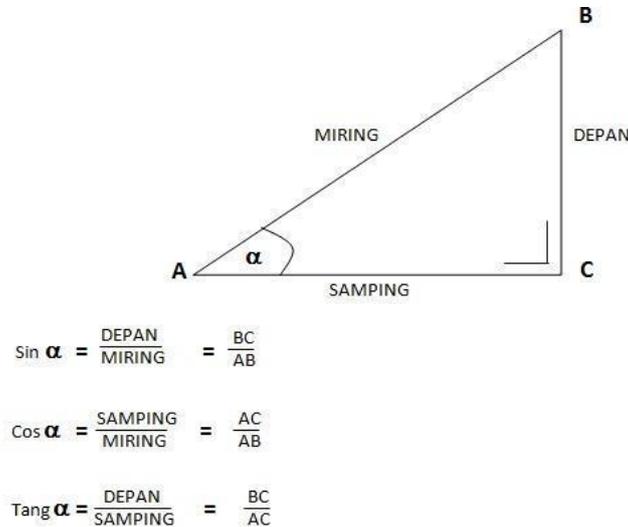
"Teorema Pythagoras" dinamakan oleh ahli matematika Yunani kuno yaitu Pythagoras, yang dianggap sebagai orang yang pertama kali memberikan bukti teorema ini. Akan tetapi, banyak orang yang percaya bahwa terdapat hubungan khusus antara sisi dari sebuah segitiga siku-siku jauh sebelum Pythagoras menemukannya.



**Gambar 2.2 Rumus Sisi Teorema Pythagoras**

(Sumber : m.utakatik.com)

Teorema Pythagoras selanjutnya dapat dirumuskan seperti berikut. Untuk setiap segitiga siku-siku, berlaku kuadrat panjang sisi miring sama dengan jumlah kuadrat panjang sisi siku-sikunya.



**Gambar 2.3 Rumus Sudut Teorema Pythagoras**

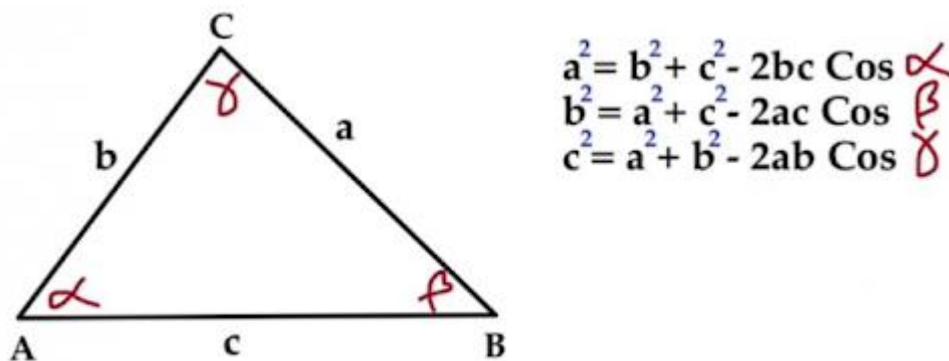
(Sumber : quipper.com)

Lalu Gambar diatas merupakan perumusan Teorema Pythagoras pada sudut dimana yang dicari merupakan sudut  $\alpha$ .

## 2.4 Trigonometri

Trigonometri berasal dari Bahasa Yunani yaitu trigonon yang artinya tiga sudut dan metro artinya mengukur. Oleh karena itu trigonometri adalah sebuah cabang dari ilmu matematika yang berhadapan dengan sudut segitiga dan fungsi trigonometri seperti sinus, cosinus, dan tangen.

Secara umum rumus-rumus trigonometri diperoleh dari hubungan atau relasi antara rumus yang satu dengan yang lainnya. Dalam hal ini maka dapat juga dikatakan rumus trigonometri diperoleh dari perpaduan rumus yang lain. Misalnya sinus, cosinus, tangen, secan, cosecant dan cotangent antara yang satu dengan yang lain sebenarnya masih ada hubungannya.



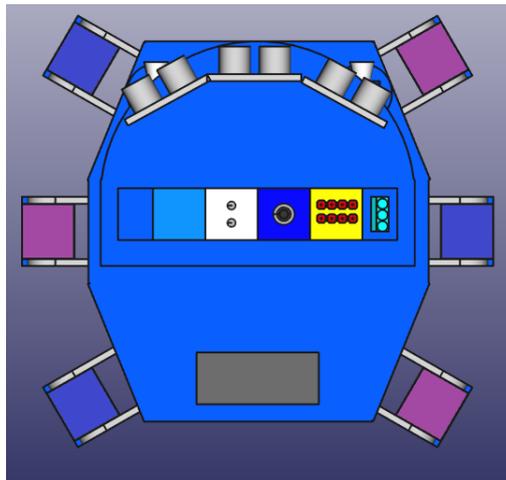
**Gambar 2.4 Rumus Trigonometri**

(Sumber : Istanamatematika.com)

Pada gambar diatas menunjukkan rumus dasar dari trigonometri, trigonometri sendiri digunakan untuk menghitung dari segitiga sembarang sedangkan teorema pythagoras untuk segitiga siku-siku

## 2.5 Tripod Gait

*Tripod gait* merupakan pola pergerakan 6 kaki yang berdasarkan pada serangga dengan 6 kaki, tripod gait terdiri dari kaki depan, belakang dan satu kaki pada sisi lain. Gerakannya sendiri terdiri dari diangkat, dimajukan dan diturunkan.

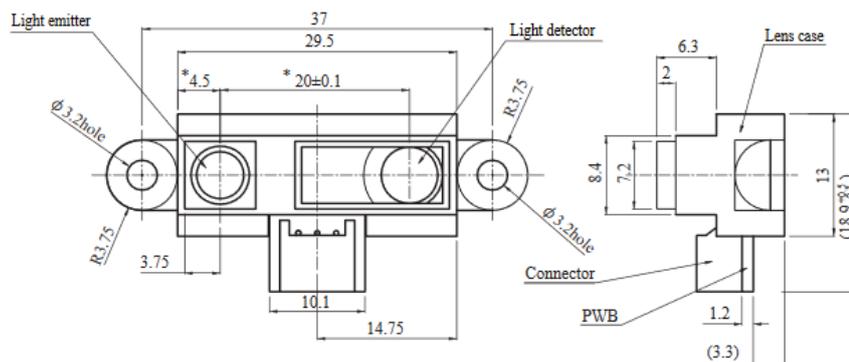


**Gambar 2.5 Tripod Gait**

(Sumber : Pribadi)

Kaki yang berwarna kuning dan merah adalah pengelompokan dari *tripod gait* atau yang berwarna sama akan bergerak bersamaan dan warna yang lainnya menjadi penopang. *Tripod gait* juga merupakan gerakan robot yang stabil dan seimbang.

## 2.6 Sensor Infrared SHARP GP2Y0A21



**Gambar 2.6 Dimensi IR SHARP GP2Y0A21**

(Sumber : <https://global.sharp>)

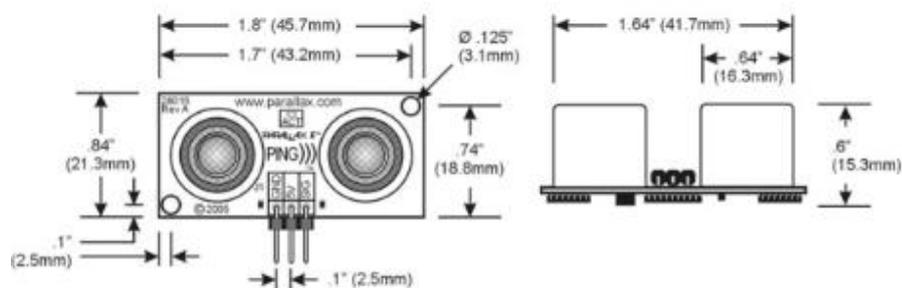
Sensor IR SHARP GP2Y0A21 merupakan sensor jarak dengan kategori optik. Sensor IR SHARP GP2Y0A21 memiliki bagian transmitter dan receiver (detektor). Transmitter akan memancarkan sinyal Infrared, lalu pantulan dari

Infrared yang mengenai objek akan ditangkap oleh receiver yang terdiri dari lensa pemfokus.

Jarak yang dapat diukur sensor SHARP GP2Y0A21 berkisar 10-80cm dengan memanfaatkan sistem memancarkan dan menerima pantulan gelombang infrared. SHARP GP2Y0A21 menggunakan spectrum infrared sehingga sensor ini tidak mudah terganggu dengan cahaya dari lingkungan luar.

Untuk menghitung jarak objek pada wilayah pandangnya, sensor ini menggunakan metode triangulation dan sebuah linear CCD array sebagai position-sensitive detector. Pertama-tama, emitter memancarkan sinyal IR yang telah dimodulasi kearah target. Sinar ini berjalan sepanjang sudut pandangnya dan akan dipantulkan oleh objek yang menghalanginya. Jika tidak mengenai objek, IR tidak akan dipantulkan kembali dan sensor mendeteksi ketidakberadaan objek. Pantulan IR akan diterima oleh lensa pada detektor dan difokuskan ke linear CCD array. Detektor akan mendeteksi sudut datang IR hasil pantulan sebagai parameter jarak. Perbedaan sudut sinar datang yang diterima oleh detektorsinar IR ini kemudian akan diproyeksikan oleh lensa pada bagian tertentu dari CCD array sesuai sudut datang dari IR. Dengan kata lain, lokasi penerima cahaya pada CCD array akan merepresentasikan jarak objek.

## 2.7 Sensor Jarak Ping



**Gambar 2.7 Dimensi Ping**

(Sumber : [www.parallax.com](http://www.parallax.com))

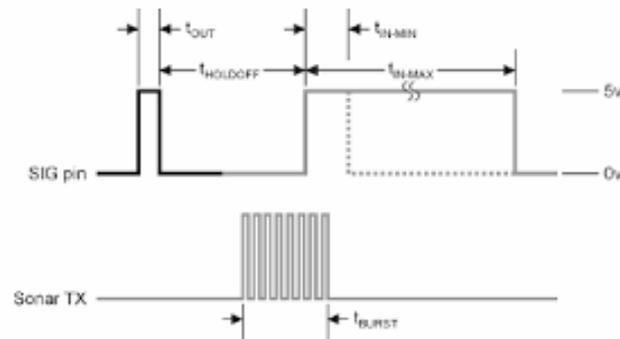
Sensor Ping Parallax adalah salah satu sensor jarak ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan frekuensi 40KHz dan hanya memiliki 3 pin yaitu VCC, ground dan sinyal. Sensor ping mendeteksi jarak menggunakan mengeluarkan gelombang ultrasonik 40KHz selama 200 $\mu$ s, lalu gelombang tersebut dideteksi pantulannya.

Spesifikasi sensor Ping adalah sebagai berikut:

- a. Dapat mendeteksi objek 3cm sampai 3m
- b. Input trigger-positive TTL pulse, minimal 2 $\mu$ s, tipikal 5 $\mu$ s
- c. Echo hold off 750 $\mu$ s dari fall of trigger pulse
- d. Waktu tunda untuk pengukuran selanjutnya 200 $\mu$ s
- e. Indikator LED untuk aktifitas sensor.

Ping adalah modul sensor jarak ultrasonic buatan dari parallax Inc. Dengan desain yang cukup kecil yaitu 2,1cm x 4,5cm, sensor ini dapat mengukur jarak pantulan ultrasonik antara 3cm sampai 300cm. Keluaran dari ping berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Pulsanya bervariasi dari 115  $\mu$ s sampai 18,5 mS. Ping)) terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonic mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Modul Ping terdiri dari 3 pin yaitu VCC, ground dan signal. Ping mendeteksi jarak objek dengan mengirimkan suara ultrasonik dan “mendengarkan” pantulan suara tersebut. Ping hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5 $\mu$ s).

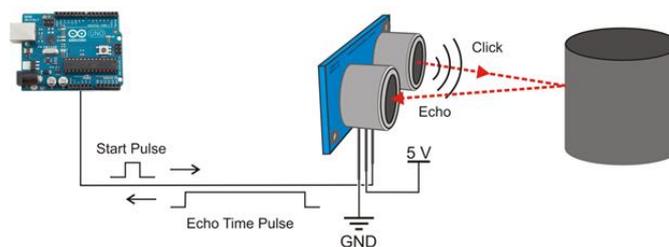
Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200 $\mu$ s. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034 $\mu$ s), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke Ping. Selama menunggu pantulan, Ping akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh Ping. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara Ping dengan objek.



**Gambar 2.8 Pulsa Ping**

(Sumber : [www.parallax.com](http://www.parallax.com))

Sensor jarak ultrasonic kini memiliki kontak jarak 3cm sampai dengan 3 meter. Ilustrasi dari prinsip kerja sensor jarak ultrasonik Ping ditunjukkan pada Gambar dibawah.



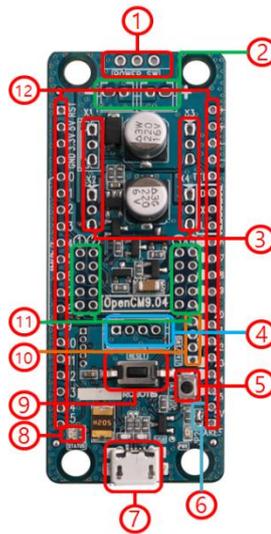
**Gambar 2.9 Prinsip Kerja Ping**

(Sumber : [www.parallax.com](http://www.parallax.com))

## 2.8 Mikrokontroler OpenCM 9,04

Microcontroller dengan CPU ARM Cortex M3 STM32F103CD dan 4 set pin TTL serial port untuk menggunakan motor servo Dynamixel AX, MX dan XL dengan kekuatan pemrosesan 128 KB flash dan 20 KB dari SRAM. Board ini juga memiliki 26 GPIOs dengan input analog 10, USB, BISA, SPI, I2C dan serial port. Ada juga JTAG / port SWD untuk hardware debugging.

OpenCM 9,04 juga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan cara mendownload board jenis OpenCM terlebih dahulu. Board ini cocok untuk membuat robot berkaki dikarenakan mempermudah akses jenis servo Dynamixel.



**Gambar 2.10 OpenCM 9,04**

(Sumber : [www.mouser.com](http://www.mouser.com))

1. Daya Switch: koneksi baterai (input power).
2. Baterai socket : socket untuk menghubungkan Li-Ion Battery (ies).
3. Dynamixel TTL BUS: port untuk berbasis TTL Dynamixels.Dynamixels terhubung dapat daisy-dirantai.
4. PIN USART: menghubungkan perangkat 4-pin seperti BT-110, BT-210, ZIG-110, LN-
5. 101 untuk komunikasi UART (catatan: firmware LN-101 hanya memungkinkan komunikasi dengan PC).
6. Pengguna Switch: user-programmable saklar; OpenCM9.04 pemulihan-mode
7. Analog Referensi Seleksi Jumper: perubahan 5V untuk sinyal analog.
8. Micro-B USB: Hubungkan OpenCM9.04 untuk komunikasi, download, dan 5V input daya pasokan. Setiap kabel micro USB tipe-B untuk ponsel Android berguna.
9. Status LED: Uji LED untuk pemrograman OpenCM9.04 ini. LED berkedip dengan / sinyal rendah tinggi untuk pin D16.
10. JTAG / SWD 4 PIN: Via JTAG / terminal SWD menerapkan program lain seperti IAR, Keil. The OpenCM9.04 memiliki total 128Kbytes memori,

download dan menyimpanawalbiner bootloader ini di 0x08000000. (Bootloader: 0x08000000 keruangpemrogramanPengguna 0x08002FFF.: 0x08003000 untuk 0x08020000): extenal Sensor PIN: pin untuk sensor Robotis'.

11. 2.54 mm GPIO Header: perangkat eksternal Antarmuka ke OpenCM9.04 ini STM32F103CBCPU.
12. Pin Header untuke ksternal I/O, VCC, Ground dan lain-lain.

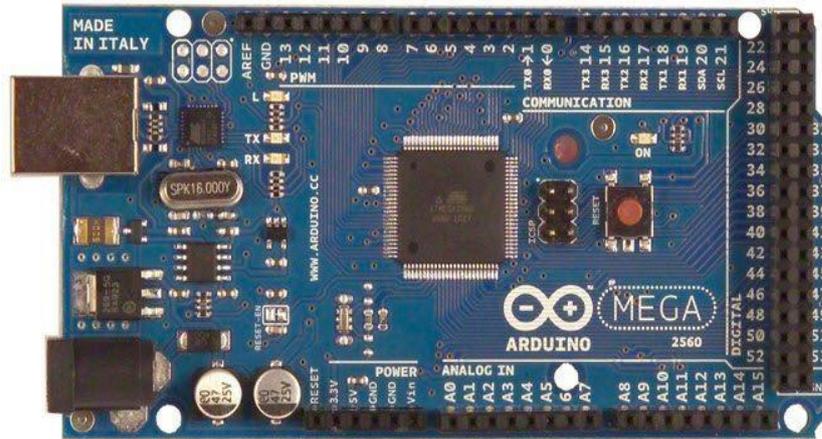
### Spesifikasi :

1. CPU : STM32F103CB (ARM Cortex-M3)
2. Tegangan : 5V ~ 16V (USB 5V, DXL 12V, XL-Series 7.4V)
3. I/ O : GPIO26
4. *Timer* : 8 (16bit)
5. Analog Dalam (ADC) :10 (12bit)
6. Berkedip : 128 Kbytes
7. SRAM : 20 *Kbytes*
8. *Clock* : 72MHz (9 X 8 Mhz)
9. USB : 1 (2.0 FullSpeed) Micro tipeB
10. CAN :1
11. USART :3
12. SPI :2
13. I2C : (TWI)2
14. Debug : JTAG &SWD
15. 3 Pin TTL : 4 (XL combo 3PIN)
16. SW Alat : Robotis Open CM

## 2.9 Arduino Mega 2560

Arduino Mega umumnya dibuat menggunakan jenis mikrokontroler ATmega 2560. Sesuai dengan namanya, Arduino ini dibekali dengan prosesor ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART, 2x3 pin ICSP (untuk

memprogram Arduino dengan software lain), dan kabel USB komputer yang sekaligus digunakan sebagai *Sumber* tegangan.



**Gambar 2.11 Arduino Mega**

(Sumber : <https://media.neliti.com>)

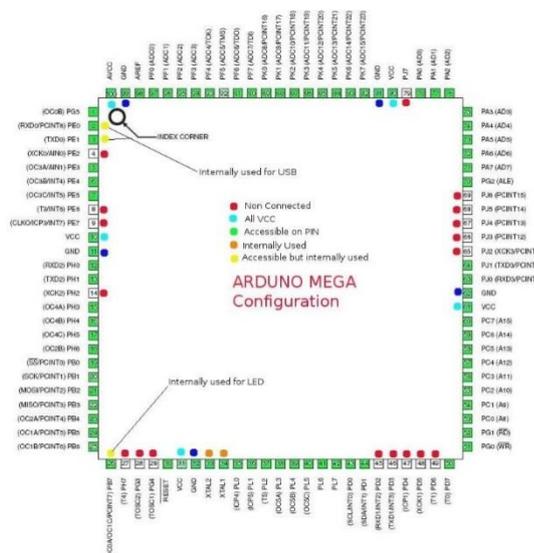
### 2.1 Tabel Spesifikasi Arduino Mega

Parameter	Spesifikasi
TeganganOperasional	5V
TeganganInput(limit	7-12V
Pin Digital I/O	54(15 PWM)
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Berat	37 g

Panjang	101,52 mm
Lebar	53,3 mm

Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan 54 Pin digital yang dapat di gunakan sebagai input atau output dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC. Setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino Mega 2560 juga dilengkapi dengan fitur yang memiliki fungsi khusus, sebagai berikut:

- Memiliki 4 buah masukan serial, yaitu Port Serial 0: Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX); Port Serial 1: Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2: Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port Serial 3: Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX). Pin Rx digunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL.
- Memiliki external Interrupts sebanyak 6 buah: Pin 2 (Interrupt 0), Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3), dan Pin 21 (Interrupt 2).



**Gambar 2.12 Arduino Mega Configuration**

(Sumber : <https://media.neliti.com>)

- c. Memiliki 15 buah PWM, yaitu pada pin: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 44, 45, dan 46. Pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai output PWM berukuran 8bit.
- d. Pin I2C: Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL), Komunikasi I2C menggunakan wirelibrary.
- e. Pin SPI: Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS), digunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.

### 2.10 Motor Servo AX-18A

Motor Servo merupakan *actuator* putar yang mampu bekerja dua arah (*Clockwise dan Counter Clockwise*). Motor servo memiliki sistem feedback yaitu sudut putaran sumbu akan terbaca kembali ke rangkaian control dan dalam jenis motor servo AX-18A nilai yang terbaca merupakan bit dengan range 0-1023.

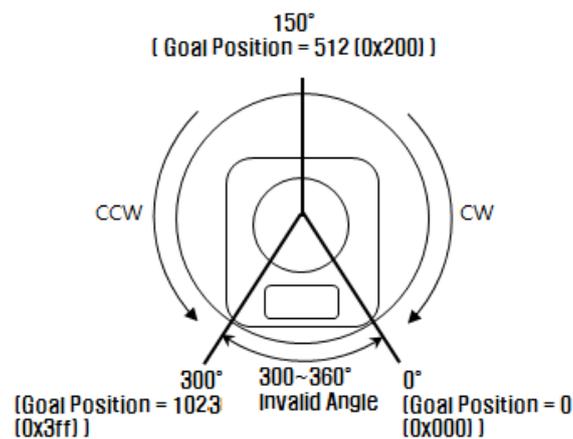
Motor servo AX-18A sangat kompleks karena terdiri dari gearbox, motor dc, variable resistor dan sistem kendali, sehingga nilainya sendiri sangat mahal juga karena jenis ini memiliki torsi dan speed yang cukup tinggi. Variable resistor berfungsi sebagai penentu batas maksimal dari perputaran motor servo sedangkan arah putaran dan sudut sumbu motor servo diatur dengan PWM (Pulse Width Modulation)



**Gambar 2.13 Servo Dynamixel Ax-18**

(Sumber : Robotis)

Baud Rate	: 7843 bps ~ 1 Mbps
Resolution	: 0.29°
Running Degree	: 0° ~ 300°
Weight	: 54.5g(AX-18F), 55.9g(AX-18A)
Gear Ratio	: 254 : 1
Stall Torque	: 1.8 N*m (at 12V, 2.2A)
No Load Speed	: 97rpm (at 12V)
Operating Temperature	: -5°C ~ +70°C
Input Voltage	: 9.0 ~ 12.0V
Physical Connection	: TTL Level Multi Drop Bus
ID	: 0 ~ 253
Material	: Engineering Plastic



**Gambar 2.14 Running Degree Dynamixel Ax-18**

(Sumber : Robotis)

Sudut putaran Motor Servo Dynamixel AX-18 sebesar 0° - 300° berikut adalah ilustrasi gambar perputaran sudutnya namun sudut tersebut itu sendiri terbaca dengan nilai 0-1023 dengan contoh 150° dengan nilai *goal position* 512 dan CW merupakan singkatan dari Clockwise yaitu arah putaran

jarum jam sedangkan CCW adalah Conter Clockwise atau berlawanan dengan arah jarum jam

## 2.11 LCD OLED



**Gambar 2.15 LCD OLED**

(Sumber : [www.vishay.com](http://www.vishay.com))

LCD OLED merupakan salah satu media display pada module Arduino atau kontroler lainnya. Kelebihannya adalah kontras pixelnya yang sangat tajam dan tidak memerlukan cahaya backlight sehingga menghemat konsumsi daya. Sedangkan kekurangannya adalah ukurannya yang relatif kecil dari LCD TFT dan kebanyakan masih single color meskipun ada beberapa jenis yang sudah RGB (*Red-Green-Blue*/ dapat menampilkan gambar) tentunya dengan harga yang lebih tinggi. LCD OLED tampil dengan interface komunikasi I2C dengan kontroler, sebelumnya LCD jenis ini dibuat dengan koneksi serial/ SPI.

