



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hardware*

Hardware atau sering disebut juga dengan nama “perangkat keras” adalah salah satu komponen dari sebuah alat yang sifatnya dapat dilihat dengan kasat mata dan diraba secara langsung atau dapat dikatakan berbentuk nyata, yang berfungsi untuk mendukung sebuah proses.

Hardware dalam alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu :

- a. Elektronik
- b. Mekanik

2.2 **Elektronik**

Elektronik pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo tersusun dalam tiga bagian, yaitu :

- a. Power supply
- b. Mikrokontroler *Arduino nano*
- c. Sensor *Accelerometer* MPU-6050
- d. *Motor servo* MG996 120°

2.2.1 **Power Supply**

Power supply pada alat memanfaatkan dua buah baterai Li-Ion 18650 yang dihubungkan seri guna mendapat tegangan sebesar 7.2 V. Sumber tegangan untuk menghidupkan dua buah perangkat servo, papan MPU 6050 dan arduino nano.

Baterai ion litium (biasa disebut Baterai Li-ion atau LIB) adalah salah satu baterai isi ulang yang didalamnya mengandung ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Bentuk dari baterai dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.1 Baterai Li Ion 18650

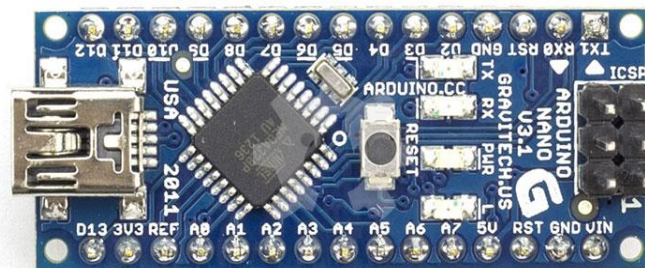
2.2.2 Mikrokontroler *Arduino Nano*

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. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat open source, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino nano, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya. Arduino Nano dan Arduino Mini, merupakan jenis arduino berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh: Arduino Nano 3.0, Arduino Nano 2.x, Arduino Mini 04, Arduino Mini 03, Arduino Stamp 02.

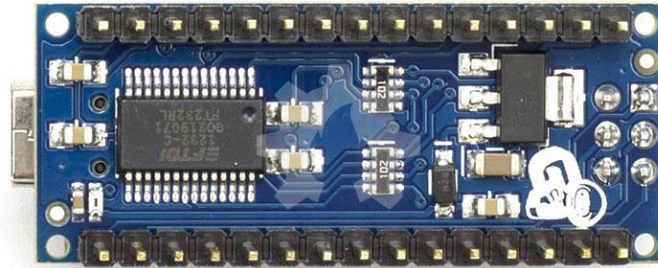
Pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo, papan mikrokontroler *arduino nano* menjadi komponen inti dan sebagai otak dari alat Stabilisasi Motor Servo *Monopod* dengan *Accelerometer*. Beberapa keunggulan yang dimiliki *arduino nano* mendasari alasan penggunaan *arduino nano* sebagai komponen inti dari rangkaian alat Stabilisasi Motor Servo *Monopod* dengan *Accelerometer*.

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech*. Papan mikrokontroler *arduino nano* memiliki *dual layer board* dimana ada *layer* depan dan *layer* belakang seperti gambar 2.2 dan gambar 2.3.



Gambar 2.2 *Arduino Nano* Posisi Depan

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)



Gambar 2.3 *Arduino Nano* Posisi Belakang

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

Dengan rakitan dari perusahaan *Gravitech*, papan mikrokontroler *arduino nano* memiliki kualitas yang bagus sesuai spesifikasi yang dimilikinya seperti yang tertera pada tabel 2.1 yang menjelaskan spesifikasi dari *arduino nano*, mulai dari pin *Input* dan *Output* serta fasilitas lainnya.

Tabel 2.1 Spesifikasi *Arduino Nano*

Mikrokontroler	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Flash Memory	16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB Bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)

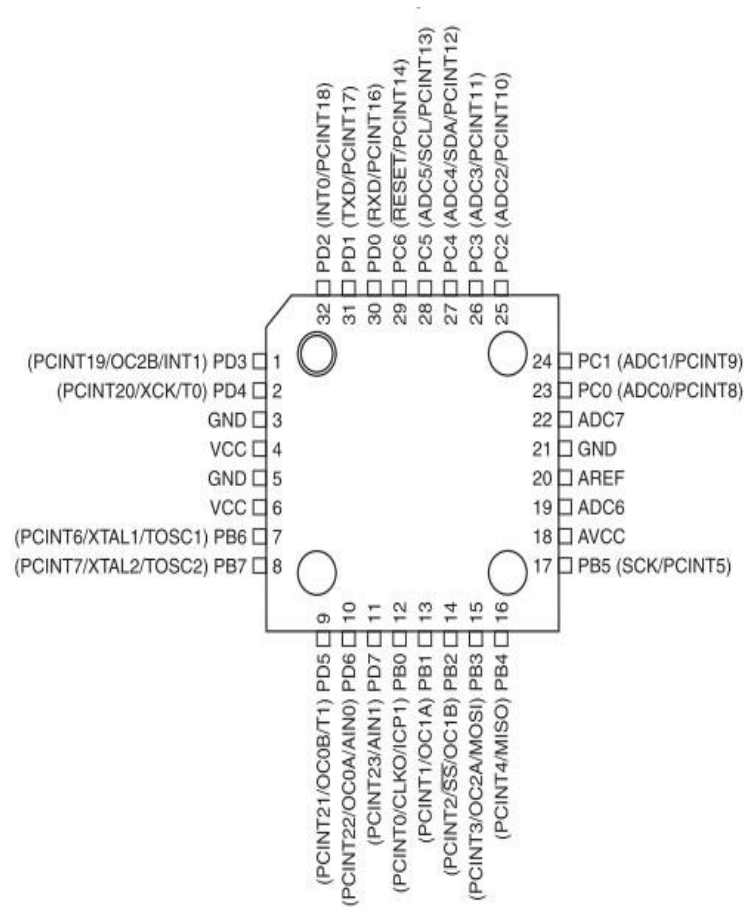


Clock Speed	16 MHz
Ukuran	1.85cm x 4.3cm

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH.

Didalam papan mikrokontroler *arduino nano* memiliki IC ATmega328 sebagai komponen inti atau otak dari mikrokontroler *arduino nano*. Berbagai fungsi dapat dilakukan secara terintegrasi satu sama lain sesuai kebutuhan dari tiap pin yang digunakan. Dapat dilihat pada gambar 2.4 yang menampilkan pemetaan pin ATmega328 pada Arduino Nano.

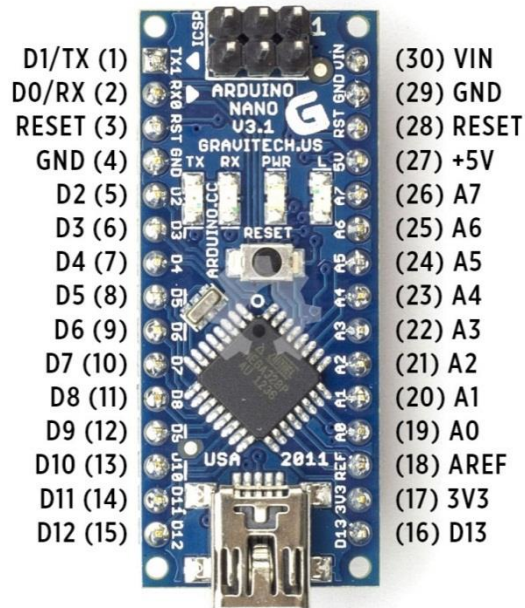


Gambar 2.4 Port ATmega328 SMD

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

Pada pin *Arduino Nano* dan port *ATmega328 SMD*, pemetaan pin untuk *ATmega8*, *ATmega168*, dan *ATmega328* sangat identik.

Semua pin yang telah ditampilkan pada pemetaan pin disusun sesuai urutan pada papan *Arduino Nano* untuk memudahkan pemakaian. Urutan pin yang dimulai dari *Tx* dan *Rx* hingga pin terakhir sebagai *Input* tersusun seperti yang ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Datasheet Arduino Nano

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

Semua pin *ATmega328* telah tersusun rapih dalam papan *Arduino Nano* sesuai datasheet pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Datasheet Pin *ATmega328* dan *Arduino Nano*

No. Pin	Nama Pin	No. Pin	Nama Pin
ATmega328		Arduino Nano	
1	PD3 (PCINT19/OCB2B/INT1)	6	Digital Pin 3 (PWM)
2	PD4 (PCINT20/XCK/T0)	7	Digital Pin 4
3	GND	4 & 29	GND
4	VCC	27	VCC
5	GND	4 & 29	GND
6	VCC	27	VCC
7	PB6 (PCINT6/XTAL1/TOASC1)	-	-
8	PB7 (PCINT7/XTAL2/TOASC2)	-	-
9	PD5 (PCINT21/OC0B/T1)	8	Digital Pin 5 (PWM)



10	PD6 (PCINT22/OC0A/AIN0)	9	Digital Pin 6 (PWM)
11	PD7 (PCINT23/AIN1)	10	Digital Pin 7
12	PB0 (PCINT0/CLK0/ICP1)	11	Digital Pin 8
13	PB1 (PCINT1/OC1A)	13	Digital Pin 9 (PWM)
14	PB2 (PCINT2/SS/OC1B)	13	Digital Pin 10 (PWM - SS)
15	PB3 (PCINT3/OC2A/MOSI)	14	Digital Pin 11 (PWM - MOSI)
16	PB4 (PCINT4/MISO)	15	Digital Pin 12 (MISO)
17	PB5 (PCINT5/SCK)	16	Digital Pin 13 (SCK)
18	AVCC	27	VCC
19	ADC6	25	Analog Input 6
20	AREF	18	AREF
21	GND	4 & 29	GND
22	ADC7	26	Analog Input 7
23	PC0 (PCINT8/ADC0)	19	Analog Input 0
24	PC1 (PCINT9/ADC1)	20	Analog Input 1
25	PC2 (PCINT10/ADC2)	21	Analog Input 2
26	PC3 (PCINT11/ADC3)	22	Analog Input 3
27	PC4 (PCINT12/ADC4/SDA)	24	Analog Input 4 (SDA)
28	PC5 (PCINT13/ADC5/SCL)	25	Analog Input 5 (SCL)
29	PC6 (PCINT14/RESET)	28 & 3	RESET
30	PD0 (PCINT16/RXD)	2	Digital Pin 0 (RX)
31	PD1 (PCINT17/TXD)	1	Digital Pin 1 (TX)
32	PD2 (PCINT18/INT0)	5	Digital Pin 2

(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Nano dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat



memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 KOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

- a. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.
- b. **External Interrupt (Interupsi Eksternal)**: Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- c. **PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`. Jika pada jenis papan berukuran lebih besar (misal: Arduino Uno), pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.
- d. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada hardware, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
- e. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Nano memiliki 8 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A7, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi `analogReference()`. Pin Analog 6 dan 7 tidak dapat digunakan sebagai pin digital. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

- a. **I2C** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Yang mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan `Wire`.
- b. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.



- c. **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. ATmega168 dan ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip FTDI FT232RL yang terdapat pada papan Arduino Nano digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan driver FTDI (tersedia pada software Arduino IDE) yang akan menyediakan COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip FTDI dan koneksi USB yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan Software Serial memungkinkan komunikasi serial pada beberapa pin digital Nano. ATmega168 dan ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C.

Daripada menekan tombol reset sebelum upload, Arduino Nano didesain dengan cara yang memungkinkan Anda untuk me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari FT232RL dan terhubung ke jalur reset dari ATmega168 atau ATmega328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur reset drop cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa bootloader memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.



Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Arduino Nano terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, bootloader berjalan pada papan Arduino Nano. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), ia akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan terbuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu beberapa detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data. (<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

2.2.3 MPU 6050

Sebagai pendeteksi atau fungsi pembaca perubahan gerakan, alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo memanfaatkan modul *MPU-6050* yang memiliki beberapa keunggulan guna memaksimalkan kinerja alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo.

Sensor *MPU-6050* adalah modul sensor gerak terpadu yang merupakan *gyroscope* 3 sumbu sekaligus pengukur percepatan 3 sumbu / 3-axis MEMS *Accelerometer*. Sensor ini sangat akurat, dengan ADC (analog-to-digital converter) internal beresolusi 16-bit.

Modul ini menggunakan IC InvenSense MPU-6050 yang merupakan komponen elektronika pertama dan satu-satunya di dunia yang memadukan fungsi *Gyroscope* dan *Accelerometer* dalam satu sirkuit terpadu (IC / integrated circuit).

MPU-6050 menerapkan teknologi *Motion Fusio* dan *run-time calibration firmware* yang menjamin kinerja optimal bagi pengguna. Dengan adanya *Digital Motion Processor* modul ini dapat diintegrasikan sensor lainnya lewat antarmuka I2C untuk memproses algoritma gerakan yang kompleks secara internal tanpa membebani kerja mikroprosesor / mikrokontroler utama.



Gambar 2.6 MPU-6050 Tampak Depan

(https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050_DataSheet_V3%204.pdf)

Produsen IC ini mendukung pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk menggunakan chip ini, antara lain dengan merilis API (Application Programming Interface) yang dapat diakses dari situs web resmi Invensense.

Beberapa fitur dan spesifikasi MPU-6050 :

- a. Catu daya IC dari 2,375 V ~ 3,46 V namun modul ini sudah dilengkapi dengan LDO / low drop-out voltage regulator (untuk pengguna Arduino, dapat menyambungkan pin Vcc dari modul ini dengan pin 5V pada Arduino)
- b. Antarmuka kendali dan pengumpulan data lewat protokol I2C berkecepatan tinggi (Fast Mode, 400 kHz), pada modul ini sudah dipasangkan pull-up resistor 2K2 sehingga bisa menyambungkan pin SDA dan SCL dari modul ini dengan mikrokontroler / Arduino Board tanpa resistor eksternal tambahan
- c. Pilihan rentang skala *Gyroscope*: 250° (sensitivitas 13,1), 500° (65,6), 1000° (32,8), 2000° (16,4) per detik; sensitivitas dalam satuan LSB/°/detik
- d. Pilihan rentang skala *Accelerometer*: ±2g (sensitivitas 16384), ±4g (8192), ±8g (4096), ±16g (2048); sensitivitas dalam LSB/g



- e. Data keluaran MotionFusion sebanyak 6 atau 9 sumbu dalam format matriks rotasi, quaternion, sudut Euler, atau data mentah (raw data format).
- f. Memori penampung data (buffer memory) sebesar 1 Kb, FIFO (First-In-First-Out)
- g. Dengan digabungkannya Accelerometer dan *Gyroscope* dalam satu sirkuit terpadu menyebabkan pendeteksian gerakan menjadi lebih akurat (reduced settling effects and sensor drift) karena faktor kesalahan penyesuaian persilangan sumbu antara Accelerometer dan *Gyroscope* dapat dihilangkan
- h. DMP™ Engine mengambil alih komputasi rumit dari prosesor utama sehingga sistem tidak terbebani kalkulasi yang kompleks. Sebelum adanya IC ini, perancang rangkaian elektronika biasanya menggunakan chip PLD eksternal untuk mengerjakan komputasi semacam ini karena perhitungan matematika dalam kalkulasi gerak sangatlah kompleks dan terlalu membebani kerja mikrokontroler yang biasanya bertenaga terbatas).
- i. Tersedia platform pengembangan perangkat lunak MotionApps™ untuk sistem operasi Android, Linux, dan Windows
- j. Algoritma untuk menghitung bias dan kalibrasi kompas sudah terpasang dan siap digunakan, tidak perlu intervensi dari pemakai
- k. Interupsi yang dapat diprogram untuk mendeteksi pengenalan gestur (gesture recognition), pergeseran (panning), zooming, scrolling, dan shake detection
- l. Konsumsi arus *Gyroscope* hanya sebesar 3,6 mA, *Gyroscope* + Accelerometer hanya 3,8 mA (tenaga penuh, 1 kHz sample rate).
- m. Mode siaga hemat daya hanya mengkonsumsi arus sebesar 5μA
- n. Dapat menoleransi guncangan hingga 10000g
- o. Modul dengan PCB berkualitas dengan gold immersion welding untuk menjamin kualitas
- p. Akses sangat mudah menggunakan pin standar dengan pitch 0,1" / 2,54 mm

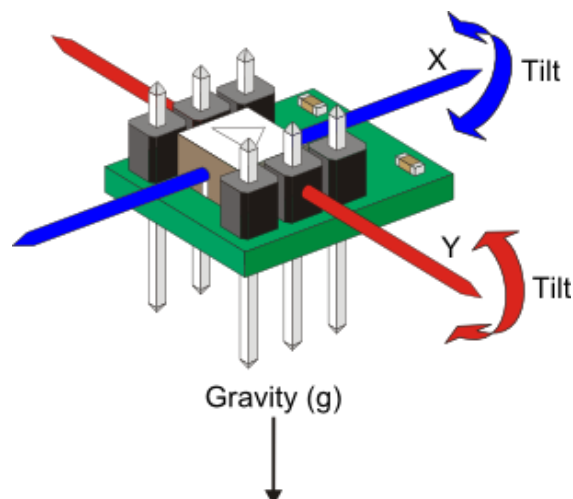
(https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU6050_DataSheet_V3%204.pdf)

2.2.3.1 Accelerometer

Accelerometer adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi atau dapat dikatakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. *Accelerometer* mengukur percepatan dinamik dan statik. Pengukuran dinamik adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statik adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi seperti halnya untuk mengukur sudut kemiringan (*tilt measurement*). Dapat dilihat pada 2.1 bagaimana *Accelerometer* bekerja kepada kemiringan sudut.

Pada rangkaian alat Aplikasi *Accelerometer* pada penstabil monopod menggunakan motor servo ini memanfaatkan penuh fungsi dari *Accelerometer* yang memberikan pembacaan nilai kemiringan sudut yang ditunjukkan dengan nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) antara -17000 sampai 17000 yang nantinya akan dikonversi ke sudut servo antara 0° sampai 180° .

(<http://www.geyosoft.com/2013/accelerometer-dan-gyroscope>)



Gambar 2.7 Accelerometer

Sumber : (<http://fusion94.org/blog/2012/11/28/arduino-plus-memsic-2125-dual-axis-accelerometer/>)

2.2.4 Motor Servo MG996 R

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai *aktuator* putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan *potensiometer*. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan *torsi* motor servo, sedangkan *potensiometer* dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros *output* akan dihasilkan oleh sensor, untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation* 180° dan servo *rotation continuous* 360° .

- a. Motor servo standard (servo *rotation* 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros *output*nya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° .

- b. Motor servo *rotation continuous* 360° merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo memanfaatkan motor servo DC karena penggunaannya yang praktis dan ditambah keunggulan dari fitur motor servo DC.

Motor servo DC memiliki sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.



Gambar 2.8 Motor Servo MG996 180°

(<http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

1. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
2. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
3. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.



4. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
5. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Motor servo dapat dimanfaatkan pada pembuatan robot, salah satunya sebagai penggerak kaki robot. Motor servo dipilih sebagai penggerak pada kaki robot karena motor servo memiliki tenaga atau torsi yang besar, sehingga dapat menggerakkan kaki robot dengan beban yang cukup berat.

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 120° , 180° atau 360° . Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai controler, driver, sensor, gearbox dan aktuator. Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian controler, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem gearbox pada motor servo.

Pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo memakai motor servo MG996 180° .

Motor servo MG996 ini adalah versi lebih baru dari servo motor seri MG946 dan MG995, servo motor berkinerja tinggi dengan *gear* logam (*metal gear*), *ball bearing* ganda, 180° rotasi, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan.

Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas stall torque pada 7,2 Volt). Dibanding pendahulunya (MG995), servo ini bekerja dengan lebih akurat, lebih cepat dan responsif, dan berdaya lebih kuat.

Pada catu daya 4,8 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengoperasikan motor ini, kecepatan operasi motor ini mencapai 0,17 detik untuk rotasi 60° (pada catu daya 4,8 Volt tanpa beban), dengan batas stall torque sebesar 9,4 kg.cm.

Batas tegangan maksimum sebesar 7,2 Volt, namun dianjurkan untuk membatasi tegangan catu daya pada tingkat 6 Volt. Pada tegangan 6 VDC, motor ini mampu beroperasi dengan kecepatan 0,14 detik per 60° (konsumsi arus tipikal

antara 500 mA ~ 900 mA) dengan batas stall torque sebesar 11 kg.cm (konsumsi arus maksimum / stall current 2,5 A)

Spesifikasi motor servo MG996 :

- Weight: 55g
- Dimension: L40.7mmxW19.7mmxH42.9mm
- Stall torque: 9.4kg/cm(4.8v) - 11kg/cm(6.0v)
- Gear: Metal gear set
- Operating speed: 0.19sec/60degree(4.8v) - 0.15sec/60degree(6.0v)
- Servo Plug: JR (Fits JR and Futaba)

(<http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Untuk menjalankan atau mengendalikan motor servo berbeda dengan motor DC. Karena untuk mengendalikan motor servo perlu diberikan sumber tegangan dan sinyal kontrol. Sinyal kontrol didapat dari metode PWM (*Pulse Width Modulation*) yang didapat dari proses konversi *mapping* ADC pada Arduino.

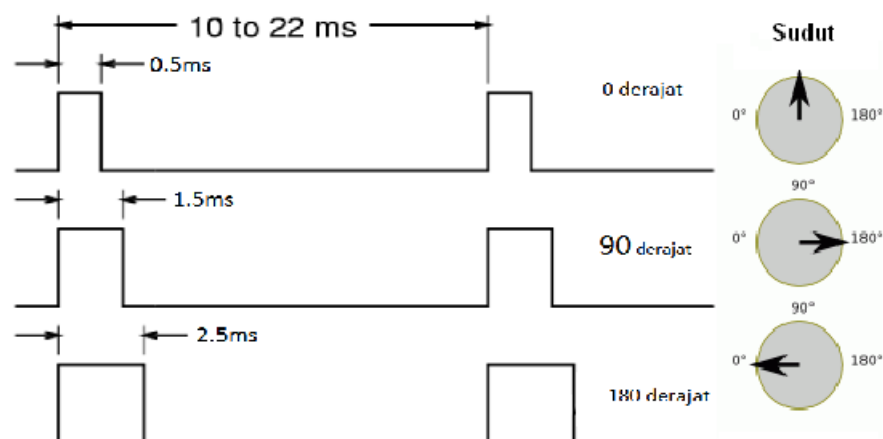
2.2.4.1 PWM (*Pulse width modulation*)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya.

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%).

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

PWM pada Arduino, sinyal PWM beroperasi pada frekuensi 500Hz. PWM pada arduino bekerja pada frekuensi 500Hz, artinya 500 siklus/ketukan dalam satu detik. Untuk setiap siklus, bisa diberi nilai dari 0 hingga 255. Ketika diberikan angka 0, berarti pada pin tersebut tidak akan pernah bernilai 5 volt (pin selalu bernilai 0 volt). Sedangkan jika diberikan nilai 255, maka sepanjang siklus akan bernilai 5 volt (tidak pernah 0 volt). Jika diberikan nilai 127 (anggap setengah dari 0 hingga 255, atau 50% dari 255), maka setengah siklus akan bernilai 5 volt, dan setengah siklus lagi akan bernilai 0 volt. Sedangkan jika memberikan 25% dari 255 ($1/4 * 255$ atau 64), maka $1/4$ siklus akan bernilai 5 volt, dan $3/4$ sisanya akan bernilai 0 volt, dan ini akan terjadi 500 kali dalam 1 detik.



Gambar 2.9 Bentuk Sinyal Masukan Kontrol Motor Servo

(<http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Besarnya sumber tegangan tergantung dari spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk mengendalikan putaran motor servo MG996R dilakukan dengan mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50 Hz dengan periode 20ms dan duty cycle yang berbeda. Dimana untuk menggerakkan motor servo sebesar 90° diperlukan pulsa dengan ton duty cycle pulsa positif 1,5ms dan untuk bergerak sebesar 180° diperlukan lebar pulsa 2.5ms.

Pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada penstabil monopod menggunakan motor servo, untuk mengatur seberapa besar derajat perubahan sudut servo digunakanlah PWM. PWM motor servo MG996 R didapat dari hasil konversi nilai ADC dari MPU 6050 melalui program Arduino yaitu *mapping*. Perubahan putaran sudut motor servo disebabkan oleh pengaruh PWM (*Pulse with Modulation*) sebagai kontrol gerak motor servo yang diterima pin sinyal pada motor servo MG996 R. Dalam range 0.5ms (miliseconds) sampai 2.5ms (miliseconds), semakin besar atau kecilnya PWM akan mempengaruhi sinyal masukan pada pin *signal* yang diterima motor servo dan menyebabkan servo bergerak ke depan pada PWM 0.5ms – 1.4ms atau belakang 1.6ms – 2.5ms dan ke depan pada PWM 0.5ms – 1.4ms atau belakang 1.6ms – 2.5ms, dan untuk posisi netral dengan PWM 1.5ms pada masing - masing motor servo sumbu Y dan motor servo sumbu X.

(www.geyosoft.com/2014/pwm-pulse-width-modulation)

2.3 Mekanik

Mekanik dari alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo tersusun dalam tiga bagian, yaitu :

- a. *Monopod*
- b. *Bracket* servo
- c. *Holder* kamera

2.3.1 *Monopod*

Monopod dikenal juga dengan nama unipod atau tongkat kaki-satu adalah sebuah tongkat atau tiang tunggal yang berfungsi menyangga kamera, kamera

video, teropong, senapan, dan juga peralatan presisi lainnya. Pada perkembangannya, alat ini dimodifikasi dengan kamera. Monopod kamera adalah kaki penopang tunggal untuk menstabilkan kamera saat memotret.

Konstruksi monopod pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo ini sengaja dibuat dengan pipa PVC atau lebih dikenal paralon, mengingat beberapa keunggulan dari bahan tersebut.

Pipa PVC (polyvinyl chloride) adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama, serta memiliki berbagai variasi ukuran seperti gambar yang tertera dibawah.



Gambar 2.10 Pipa PVC bahan *Monopod*

(<http://multimakmurlemindo.com/mml/index.php/pipapvc/pipa-greenlon>)

2.3.2 *Bracket Servo*

Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo ini memiliki kerangka yang ringan dan kuat untuk tujuan penggunaan sederhana. Bahan utama kerangka terbuat dari papan aluminium yang dipotong dan dibentuk khusus sesuai kebutuhan.

Aluminium adalah logam yang berwarna putih perak dan tergolong ringan. Sifat-sifat yang dimiliki aluminium yaitu ringan, tahan korosi dan kuat. Paduan 95% aluminium dengan 5% unsur lain seperti Cu, Mg, dan Mn dapat digunakan menggantikan fungsi besi walaupun tidak sekuat besi.

Penggunaan aluminium makin lama makin penting sejalan perkembangan teknologi. Hal ini didukung oleh sifatnya yang menarik dengan harga yang

relatif murah. Selain itu aluminium termasuk logam yang ringan bersama-sama dengan magnesium dan titanium.

Papan aluminium dibentuk dan didesain untuk menahan servo sehingga cengkaman servo menjadi kuat. Desain dan bentuk ini sangat khusus untuk servo karena itu papan ini sering disebut *bracket* servo. Bentuk yang didesain khusus untuk motor servo dapat dilihat digambar berikut.

(<http://grobotronics.com/aluminum-multi-purpose-servo-bracket.html?sl=en>)



Gambar 2.11 Bracket Servo Multi

(<http://grobotronics.com/aluminum-multi-purpose-servo-bracket.html?sl=en>)



Gambar 2.12 Bracket Servo U

(<http://grobotronics.com/aluminum-multi-purpose-servo-bracket.html?sl=en>)

2.3.3 Holder Device

Holder Device adalah bagian monopod yang berfungsi menahan kamera dengan cara mencengkram atau mengunci kamera agar posisinya stabil dan tidak berubah. *Holder Device* merupakan salah satu bagian terpenting, dimana ukuran *Holder Device* harus sesuai kamera yang digunakan.



Gambar 2.13 *Holder U Monopod*

(http://www.aliexpress.com/store/product/In-Stock-Selfie-Stick-Mount-Phone-Holder-Clips-Stand-Bracket-Adjustment-Camera-Tripod-Holder-Monopod-Clip/1597125_32603912476.html)

Holder Device banyak memiliki bentuk seperti screw lock, *Holder Clamp*, *Holder U* yang tentunya memiliki fungsi masing-masing sesuai kebutuhan seberapa besar kamera yang digunakan. Pada umumnya *Holder U* digunakan untuk kamera kecil atau *smartphone*.

2.4 Software

Software atau sering disebut juga dengan nama “program” adalah salah satu bagian terpenting dari sebuah komputer yang sifatnya mengontrol atau membuat aksi kendali dari suatu alat atau aktuator, yang berfungsi untuk menghasilkan perintah yang terstruktur hingga terbentuknya proses.

Software dalam alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo terletak pada papan mikrokontroler *Arduino Nano*



yang mengatur kontrol output, berperan sebagai otak dan inti pemrosesan. Bagian ini merancang perintah dari kode program yang nantinya ketika dieksekusi program dan akan direalisasikan oleh *hardware* untuk membuktikan perintah berjalan.

2.4.1 *IDE Arduino Nano*

Arduino nano dapat diprogram dengan perangkat lunak *arduino*. Pada ATmega328 di *arduino nano* terdapat *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware external*.

Arduino adalah perangkat lunak IDE (Integrated Development Environment). Sebuah perangkat lunak yang memudahkan pengembangan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial.

Arduino dapat dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena arduino adalah program berbasis Java. Source program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly. Penulis menggunakan arduino berbasis mikrokontroler AVR dilingkungan jenis ATMEGA yaitu ATMEGA 8, 168, 328 dan 2650.

Tugas dari *Arduino Software* adalah menghasilkan sebuah file berformat hex yang akan di-download pada papan arduino atau papan sistem mikrokontroler lainnya. Hal ini mirip dengan Microsoft Visual Studio, Eclipse IDE, atau Netbeans. Lebih mirip lagi adalah IDE semacam Code Blocks, CodeLite atau Anjuta yang mempermudah untuk menghasilkan file program. Perbedaannya, IDE tersebut menghasilkan program dari kode bahasa C (dengan GNU GCC) sedangkan *Arduino Software* (*Arduino IDE*) menghasilkan file hex dari baris kode yang dinamakan sketch.

Sebuah kelebihan IDE arduino ialah seluruh register telah tersusun rapih sehingga memudahkan untuk digunakan. Terlebih arduino banyak memiliki fitur library baik dari pengembang arduino maupun para pengembang umum, karena arduino sifat open source atau program terbuka dan memungkinkan untuk dikembangkan secara bebas.

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *Java*. *IDE Arduino* terdiri dari:



- a. *Editor program*, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode *biner*. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*, tetapi yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode *biner*. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer ke dalam memori didalam papan *arduino*.
- d. Sebuah kode program *arduino* umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “*kode program*” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

Pada umumnya *sketch* yang dibuat di Arduino Software di-compile dengan perintah *verify / Compile* (Ctrl+R) lalu hasilnya di-download ke papan Arduino. Program hasil kompilasi akan dijalankan oleh *bootloader*.

Disamping IDE *arduino* sebagai jantungnya, *bootloader* adalah jantung dari *arduino* lainnya yang berupa program kecil yang dieksekusi sesaat setelah mikrokontroler diberi catu daya. *Bootloader* ini berfungsi sebagai pemonitor aktifitas yang diinginkan oleh *arduino*. Jika dalam IDE terdapat file hasil kompilasi yang akan diupload, *bootloader* secara otomatis menyambutnya untuk disimpan dalam memori program. Jika pada saat awal mikrokontroler bekerja, *bootloader* akan mengeksekusi program aplikasi yang telah diupload sebelumnya. Jika IDE hendak mengupload program baru, *bootloader* seketika menghentikan eksekusi program berganti menerima data program untuk selanjutnya diprogramkan dalam memori program mikrokontroler.

Hubungan komunikasi data antara IDE *arduino* dengan board *arduino* digunakan komunikasi secara serial dengan protokol RS232. Saluran yang digunakan adalah RX, TX dan DTR. DTR digunakan untuk mereset mikrokontroler secara otomatis ketika IDE *arduino* mengirimkan program untuk dituliskan ke memori program mikrokontroler. Jadi DTR dihubungkan dengan penyemat reset mikrokontroler *arduino*.

Bahasa pemrograman yang digunakan oleh IDE *arduino* didalam mengembangkan aplikasi mikrokontroler adalah C/C++. Tentunya terdapat perbedaan khusus yang membedakannya, yaitu:



1. void main(void) sebagai fungsi program utama diganti dengan void loop() . Perbedaannya pada c biasa tidak terjadi loop, jadi harus ada looping yang ditambahkan misalnya while(1){.....}. Dalam arduino secara otomatis fungsi loop() akan kembali lagi dari awal jika sudah dieksekusi intruksi paling bawahnya.
2. Ditambahkan fungsi void setup(void), fungsi ini digunakan untuk inisialisasi mikrokontroler sebelum fungsi utama loop() dieksekusi.
3. Tidak direpotkan dengan setting register-register karena sudah ada di dalam librarynya dan secara otomatis disesuaikan dengan jenis board arduino sesuai jenis mikrokontrolernya. Jadi setup perangkat kerasnya menjadi lebih mudah.

Perangkat *arduino* sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti *pascal*, *basic*, *cobol*, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari para *programmer* profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya:

1. Bahasa C merupakan bahasa yang powerful dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
2. Bahasa C merupakan bahasa yang portabel sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang ditulis dalam sistem operasi windows dapat dikompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programer berpengalaman sehingga kemungkinan besar library pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (function) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.



5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (middle level language) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.
6. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama main(). Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program.

(<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>)

2.4.2 Program *Mapping*

Prinsip kerja dari alat Aplikasi *Accelerometer* pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo ialah berusaha menyeimbangkan keadaan permukaan berdasarkan sudut kemiringan yang di terima oleh sensor *Accelerometer*. Oleh karena itu konsep stabilitas sangat diperlukan pada alat ini dan juga kedua motor servo yang bergerak dengan penuh kendali berdasarkan PWM (*Pulse width modulation*) akan bergerak sesuai derajat kemiringan yang menandakan maju-mundur dan kiri-kanan pada pergerakan permukaan untuk mendapatkan titik keseimbangan yang nilainya di dapat dari hasil pembacaan sensor *Accelerometer* yang menghasilkan nilai ADC (*Analaog to Digital Converter*) antara -17000 sampai 17000 yang nantinya akan dikonversi ke sudut servo antara 0° sampai 180° . Proses konversi ini didapat dari salah satu teknik dari program Arduino, yaitu *mapping*.

Program *mapping* merupakan salah satu fungsi dari arduino nano yang memerintahkan untuk melakukan proses konversi sebuah nilai baik masukan atau keluaran dalam bentuk analog atau digital ke bentuk nilai lain, yang nantinya memberikan kedudukan yang sama antar nilai.

Program *mapping* juga dapat memberi kemudahan untuk mengaktualisasi nilai analog yang dikeluarkan oleh sebuah sensor dan ditampilkan dengan actuator sehingga dapat dilihat secara langsung.

(<https://www.arduino.cc/en/Reference/Map>)