

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penggunaan timer untuk pesawat *Glider A2* bertujuan untuk membatasi waktu terbang pesawat. Dalam sebuah kompetisi peserta hanya boleh membawa 1 pesawat utama dan 2 pesawat cadangan. Dalam kompetisi resmi peserta memiliki 7 kali kesempatan terbang untuk mendapatkan nilai maksimum yaitu 180 detik (Priyanto, 2012). Jika terjadi kondisi tertentu pesawat yang terbang dapat terus terbang tanpa bisa turun dengan sendirinya sehingga dibuatlah sistem *Determalizer* (DT). DT merupakan sistem yang bertujuan untuk merubah sudut ekor sehingga pesawat akan mengalami penurunan ketinggian.

Semakin berkembangnya zaman makin berkembang juga sebuah teknologi. Berkembangnya bidang teknologi tidak hanya dapat digunakan di darat ataupun di laut, melainkan di udara. *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* merupakan kendaraan udara tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh oleh atau tanpa seorang pilot (*Autopilot*). Kontrol pesawat *UAV* ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu dikontrol melalui pengendali jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan. Sebuah *fixed wing UAV* harus mampu mempertahankan posisinya pada lintasan yang sudah ditentukan selama melakukan *tracking* lintasan. Keakuratan dalam *tracking* arah dan *heading* pesawat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan misi penerbangan pesawat *UAV* dalam mempertahankan lintasannya untuk mencapai target (Effendie, 2012).

Sistem DT pada pesawat A2 awalnya menggunakan sumbu yang terbuat dari benang. Sumbu tersebut memiliki ukuran tertentu yang diletakkan di bagian *Nose* pesawat yang terhubung dengan karet ekor. Pada kondisi tertentu sumbu yang menyala akan memutus karet ekot sehingga sudut ekor akan berubah. Seiring perkembangan teknologi sumbu tersebut mulai digantikan dengan sistem mekanik dan elektronik yang lebih efisien.

Penelitian tentang rangkaian timer otomatis yang digunakan pada pesawat telah dilakukan oleh Sugianto pada tahun 2014 (Sugianto, 2014). Timer otomatis digunakan untuk menentukan waktu dan ketinggian ketika beban akan dijatuhkan. Hasil pengukuran timer otomatis akan dibandingkan dengan perhitungan waktu secara manual menggunakan *stopwatch*. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase kesalahan menggunakan timer otomatis terhadap teori berkisar antara 1,95 % sampai 4,34 %. Sedangkan presentase kesalahan perhitungan waktu manual lebih tinggi yaitu 5,96 % sampai 12,88 %. Hal tersebut berarti timer otomatis memiliki persentase kesalahan lebih rendah dibandingkan timer manual.

*Aeromodelling* berasal dari kata *aero* yang berarti udara dan model yang berarti tiruan atau contoh. *Aeromodelling* merupakan salah satu cabang olahraga yang menggunakan model pesawat terbang baik bermesin maupun tanpa mesin atau *free flight*. Salah satu cabang *Aeromodelling* yang sering diperlombakan adalah cabang *Free flight* yaitu jenis *Glider* tarik *FIH (A2)* (nindyowati, 2016).

Effendi Dodi Arisandi (2014), menjelaskan teknologi elektronik semakin canggih dengan mengikuti perkembangan zaman. Dewasa ini, kehidupan tidak bisa terlepas dari perangkat elektronik, baik yang sederhana maupun yang memiliki

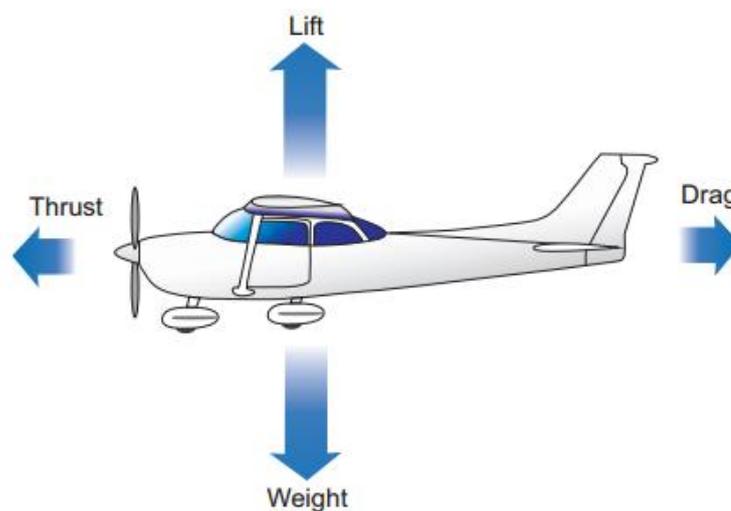
teknologi terbaru dan tercanggih. Saat ini untuk mempelajari pemrograman *IC mikrokontroller* sudah sangat mudah terlebih *IC* dari *ATMEL* yang bersifat *Open Source*. *IC ATMEL* saat ini sudah banyak digunakan baik di bidang *UAV* sebagai *Flight Controller (FC)* maupun sebagai timer otomatis. Salah satu jenis *IC ATMEL* yang banyak digunakan adalah *Arduino* baik *Arduino UNO*, *Promini* maupun *Nano* (Faisal, 2017).

Dalam tulisannya, penulis akan memaparkan penggunaan *arduino* sebagai otak dari perangkat elektronik.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Aerodinamika

Pesawat dapat terbang akibat adanya gaya *aerodinamis* dari pesawat itu sendiri. Ada empat gaya yang timbul pada pesawat saat terbang seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1 yakni *lift*, *weight*, *thrust* dan *drag*.



Gambar 2.1 Arah gaya-gaya pada pesawat (Noth, 2008)

*Lift* adalah gaya angkat yang timbul akibat dari gaya *aerodinamis* pada sayap pesawat. *Weight* adalah gaya berat dari pesawat. *Thrust* adalah gaya dorong yang timbul akibat adanya sistem propulsi atau angin yang mengalir. Sedangkan *drag* adalah hambatan atau gaya yang timbul akibat bentuk *aerodinamika* dari suatu pesawat. Pesawat dapat terbang apabila *lift* yang timbul lebih besar atau sama dengan *weight* dan *thrust* lebih besar dari *drag*.

### 2.2.2. Airfoil

*Airfoil* merupakan bentuk penampang lintang suatu objek, dimana ketika dilewati oleh *fluida* akan menghasilkan gaya *aerodinamis*. Pesawat dapat terbang akibat gaya *lift* dari *Airfoil* sayap pesawat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2. Semua *Airfoil* memanfaatkan prinsip hukum Bernoulli tentang hubungan antara laju aliran gas dan tekanan. Seperti pada persamaan berikut :

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = k$$

(2.1)

Dimana :

$P$  = tekanan (Pa)

$\rho$  = densitas ( $\text{kg/m}^3$ )

$v$  = kecepatan (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = jarak dari titik referensi (m)

$k$  = konstan



Gambar 2.2 Gaya aerodinamis pada sayap (Mehta dkk, 2013)

Terdapat 4 jenis *Airfoil* yaitu *chamber*, *symmetrical*, *semy-symmetrical* dan *flat-bottom*. Tabel 2.1 menunjukkan jenis dan karakteristik *Airfoil*.

Tabel 2.1 Jenis dan karakteristik airfoil

Jenis <i>Airfoil</i>	Bentuk <i>Airfoil</i>	Karakteristik <i>Airfoil</i>
<i>Chamber</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan terbang rendah.</li> <li>• Mudah terpengaruh dengan angin.</li> <li>• Tidak bisa terbang berbalik.</li> <li>• <i>High lift</i>.</li> </ul>
<i>Symmetrical</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan terbang tinggi.</li> <li>• Bisa untuk terbang berbalik.</li> <li>• Untuk <i>aerobatic</i>.</li> </ul>
<i>semy-symmetrical</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan terbang sedang.</li> <li>• Lebih stabil bila terkena angina.</li> <li>• Bisa untuk bermanuver</li> <li>• Sukar untuk terbang berbalik.</li> </ul>
<i>flat-bottom</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan terbang rendah.</li> <li>• Mudah terpengaruh dengan angina.</li> <li>• <i>High lift</i>.</li> <li>• <i>Drag</i> besar.</li> </ul>

### 2.2.3. Sayap

Sayap atau *wings* adalah suatu bagian terpenting dalam menghasilkan gaya angkat atau *lift*. Sayap memerlukan struktur yang kuat hal ini dikarenakan gaya-gaya terbesar bekerja pada sayap yakni *lift* dan *weight*. Secara umum pesawat dapat dikategorikan menjadi tiga berdasarkan letak sayapnya yakni, *high wing*, *middle wings* dan *low wings*. Tabel 2.1. akan membandingkan karakteristik dasar dari ketiga jenis pesawat tersebut.

Sayap pesawat akan menerima beban berupa berat total pesawat persatuan luas atau disebut beban sayap (*wing loading*). *Wing loading* akan menentukan jenis pesawat dan karakteristiknya. Nilai *wing loading* yang kecil membuat pesawat dapat terbang pada kecepatan yang rendah. Tabel 2.2 menunjukkan nilai *wing loading* pada beberapa jenis pesawat.

### 2.2.4. Bidang Kendali

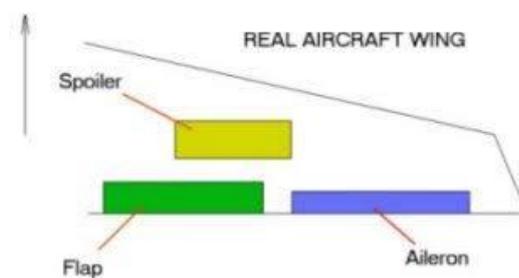
Sayap memiliki beberapa bidang kendali atau *control surface* diantaranya, *flaperon*, *spoiler* dan *aileron* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3. *Flaperon* atau biasa disebut *flap* memiliki fungsi menambah *chamber* pada sayap. *Chamber* ini menyebabkan aliran *fluida* di atas sayap semakin tinggi yang menimbulkan naiknya gaya angkat. *Spoiler* merupakan bidang kendali di bagian atas sayap. Fungsinya untuk memecah aliran *fluida* di atas sayap. Hasilnya kecepatan *fluida* diatas sayap berkurang yang mengakibatkan turunnya gaya angkat. *Aileron* merupakan bidang kendali yang berfungsi menghasilkan gerakan *roll*. Selain itu *aileron* juga bisa digunakan pesawat untuk berbelok atau *yaw* dengan bantuan *elevator*.

Tabel 2.2 Karakteristik pesawat berdasarkan letak sayap

<i>High wing</i>	<i>Middle wing</i>	<i>Low wing</i>
Letak <i>Center Of Gravity</i> (CG) dibawah sayap sehingga pesawat lebih stabil.	Letak <i>Center Of Gravity</i> (CG) tepat ditengah FS sehingga pesawat lebih lincah.	Letak <i>Center Of Gravity</i> (CG) diatas sayap sehingga kestabilan lebih rendah.
Sudut hedral kecil	Perlu sudut hedral cukup besar atau 0	Sudut hedral besar
<i>Aerodinamis</i> FS rendah	<i>Aerodinamis</i> FS tinggi	<i>Aerodinamis</i> FS cukup tinggi

Tabel 2.3 *Wing loading* berdasarkan jenis pesawat

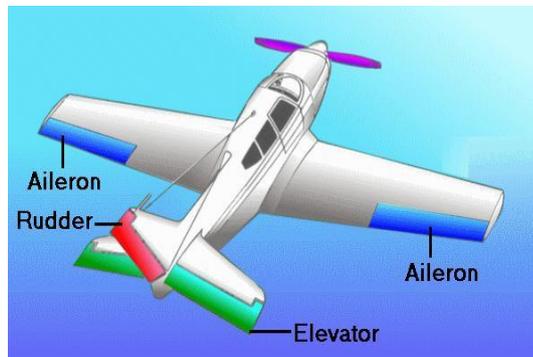
Jenis pesawat	<i>Wing loading</i>
<i>Glider</i>	$3,051 \frac{kg}{m^2}$
<i>Trainer</i>	$4,577 \frac{kg}{m^2}$
<i>Sport</i>	$6,103 \frac{kg}{m^2}$
<i>Aerobatic</i>	$7,628 \frac{kg}{m^2}$



Gambar 2.3 Bidang kendali pada sayap (Steve, 2019)

Selain pada sayap, bidang kendali juga terdapat pada ekor pesawat seperti pada Gambar 2.4 yakni *elevator* dan *rudder*. *Rudder* berfungsi

menghasilkan gerakan *yaw* atau berbelok sedangkan *elevator* akan menghasilkan gerakan *pitch* atau menukik.



Gambar 2.4 Bidang kendali pada pesawat *Aeromodelling* (Oktavia, 2019)

### 2.3. *Glider A2*

*Glider* tarik A2 merupakan salah satu jenis pesawat kategori *Free flight* atau terbang bebas. Pesawat jenis ini memiliki luas sayap maksimal  $29 \text{ dm}^2$  dengan berat minimal 410 gram. Pesawat ini terbang dengan memanfaatkan *aerodinamika* dari sayap. Pesawat model ini diterbangkan dengan cara ditarik menggunakan tali dengan panjang maksimum 50 m.

Umumnya *Glider A2* dilombakan dalam 5 round dimana pesawat dinilai dari lamanya waktu terbang. Waktu terbang maksimum *Glider A2* adalah 180 detik. Setiap peserta memperoleh 1 nilai disetiap roundnya dan akan dijumlahkan untuk menentukan juara di setiap kompetisi. Pesawat model ini tidak boleh memiliki perangkat elektronik yang dapat dikendalikan secara konstan (Radio Control). Akan tetapi masih boleh menggunakan perangkat elektronik untuk keperluan DT yang diaktifkan dengan gelombang radio *non reparable* maupun yang diaktifkan oleh alat itu sendiri.

Awal perkembangannya, pesawat model ini dibuat menggunakan kayu balsa dan kertas. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini *Glider A2* sudah banyak menggunakan material komposit untuk meningkatkan kekuatan. Selain itu material komposit dinilai lebih ringan dan mampu bertahan pada kondisi ekstrim seperti panas maupun dingin.

Pesawat *A2* dirancang memiliki *high aspect ratio* atau nilai perbandingan bentang sayap dan lebar sayap yang cukup besar. Pesawat dengan *aspect ratio* yang tinggi memiliki performa terbang yang tinggi pula. Pemilihan desain, *Airfoil* dan pembuatan menjadi faktor utama yang menentukan performa terbang dari pesawat ini. Model pesawat ini memiliki *Center Of Gravity* (CG) yang berada di antara 30-50 % lebar sayap dari bagian depan sayap. Sayap model seperti ini diperkirakan berasio kelangsingan (*Aspect Ratio*) sekitar 15 atau lebih. *Planform* sayapnya berbentuk *double trapel* sehingga mempunyai distribusi gaya angkat yang hampir seragam, serta konstruksi kerangkanya menggunakan *sparcar* dan web.

*Aeromodelling* merupakan salah satu dari cabang olahraga dirgantara yang semuanya berkaitan dengan kegiatan di atas udara. Kegiatan *Aeromodelling* mempunyai beberapa tujuan, diantaranya untuk tujuan rekreasi, edukasi sampai olah raga. *Aeromodelling* umumnya digemari oleh peminat ilmu pengetahuan dan teknologi secara perorangan ataupun yang tergabung dalam organisasi sosial kemasyarakatan, yang digunakan untuk menyebarluaskan minat kedirgantaraan di bidang *Aeromodelling* seperti Pramuka melalui kegiatan SAKA (Satuan Karya) Dirgantara, Taruna, UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) di kampus-kampus serta perkumpulan-perkumpulan olah raga kedirgantaraan. Saat ini mulai banyak

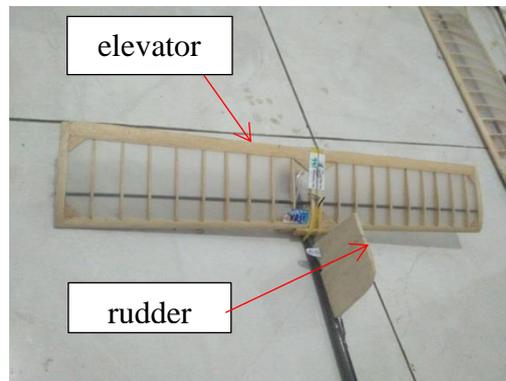
bermunculan klub-klub *Aeromodelling* yang baru. Apalagi setelah PON mulai membuka lagi cabang perlombaan *Aeromodelling* di dalam kegiatannya sejak tahun 2000 lalu. Tidak hanya dari kalangan umum dan para penggemar *Aeromodelling* yang membentuk klub, peminat *Aeromodelling* juga datang dari kalangan pelajar dan mahasiswa (Muchammad ubay, 2014).



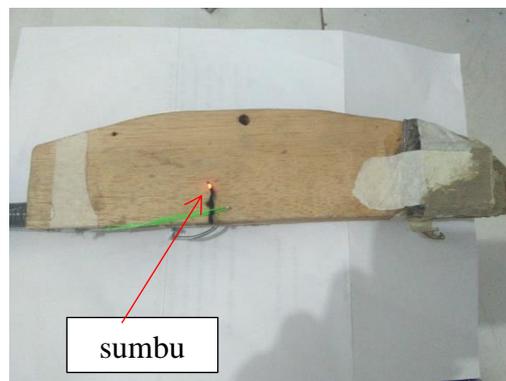
Gambar 2.5 *Aeromodelling glider A2*

Pada pesawat jenis *Glider A2* hanya terdapat 2 bidang kendali yaitu *elevator* dan *rudder*. Pada kondisi tertentu, sebuah pesawat *Glider* dapat terus terbang dan semakin bertambah ketinggiannya. Pada kondisi tersebut dibutuhkan mekanisme untuk menurunkan ketinggian. Mekanisme untuk menurunkan ketinggian ini disebut *Determalizer* (DT). Mekanisme DT akan merubah sudut *elevator* sehingga akan terjadi penurunan ketinggian. Mekanisme DT harus bekerja ketika pesawat sudah terbang lebih dari 180 detik. Oleh karena itu dipasangkan timer berupa sumbu kompor yang telah dimodifikasi. Sumbu kompor akan dipotong dengan panjang tertentu sesuai dengan kebutuhan waktu terbang. Kendala yang sering dialami

ketingga menggunakan sumbu yaitu, sumbu tidak menyala, sumbu yang menyala mati ketika terkena angin, waktu timer sumbu yang tidak sama, waktu persiapan untuk terbang lebih lama, resiko kebakaran akibat sumbu yang jatuh di daerah rawan kebakaran. Bagian ekor dan timer manual pada pesawat *Glider* tarik A2 dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 2.6 bagian ekor pesawat *Glider* A2



Gambar 2.7 timer sumbu pesawat *Glider* A2

Tabel 2.4 perbandingan timer manual (sumbu) dan timer otomatis

Waktu persiapan lebih singkat	Waktu persiapan lebih lama
Waktu timer lebih akurat	Waktu timer kurang akurat
Resiko kegagalan lebih kecil	Resiko kegagalan lebih besar
Pengoprasian lebih mudah	Pengoprasian lebih sulit

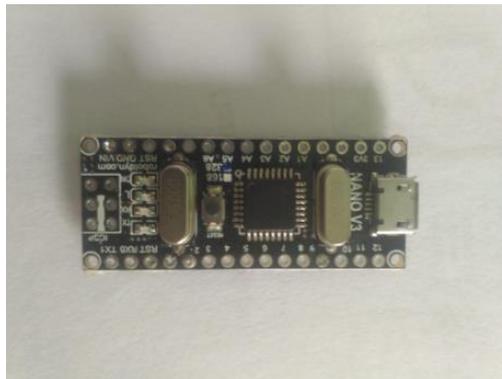
#### 2.4. *Arduino nano*

*Arduino* adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan *softwaranya* memiliki bahasa pemrograman sendiri. *Arduino* juga merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat berupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. *Mikrokontroler diprogram* menggunakan bahasa pemrograman *arduino* yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware *arduino* dan membangunnya. *Arduino* menggunakan keluarga *Mikrokontroler* ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat clone *arduino* dengan menggunakan *Mikrokontroler* lain dan tetap kompatibel dengan *arduino* pada level hardware. Untuk *fleksibilitas*, *program* dimasukkan melalui *Bootloader* meskipun ada opsi untuk membypass *Bootloader* dan menggunakan downloader untuk memprogram *Mikrokontroler* secara langsung melalui port ISP (Mia Novaria, 2017).

*Arduino nano* adalah salah satu papan pengembangan *Mikrokontroler* yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. *Arduino nano* diciptakan dengan basis *Mikrokontroler ATmega 328* (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.

*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. Daya *arduino* dan komponen elektronik lain dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Daya} = \text{tegangan} \times \text{arus} \quad (2.2)$$



Gambar 2.8 *Arduino nano*

Dari Gambar 2.8 dapat di jelaskan pin *arduino nano* sebagai berikut:

1. Input Analog (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur atau diatur dari mulai ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analog *Reference*.
2. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
3. External Interrupt (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
4. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
5. Output PWM 8-Bit merupakan pin yang berfungsi untuk analog Write.
6. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) *Mikrokontroler*. Biasanya digunakan untuk

menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama *Arduino*.

7. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan *Arduino nano*.
8. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
9. GND merupakan pin ground untuk catu daya digital.
10. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
11. AREF merupakan referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analog *Reference*.

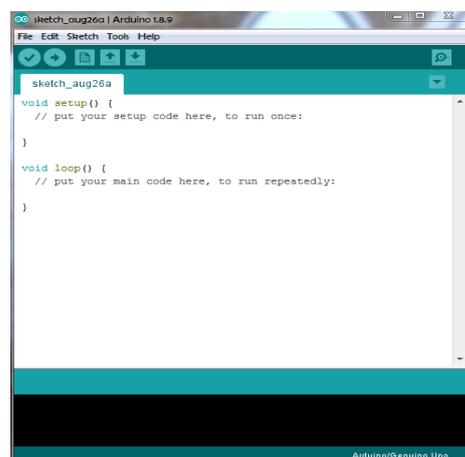
Tabel 2.5 Spesifikasi Arduino Nano

<i>Mikrokontroler</i>	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5V-6V
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 digunakan oleh <i>Bootloader</i>
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

### 2.5. *Arduino IDE*

*Arduino* di program melalui program C. *Arduino IDE* dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. *Arduino IDE* juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. *Arduino IDE* ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi *Arduino IDE* khusus untuk pemrograman dengan *Arduino*. *IDE* itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa

mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah *Arduino* dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Bahasa pemrograman *Arduino* (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC *Mikrokontroler Arduino* telah ditanamkan suatu *program* bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler *Arduino* dengan *Mikrokontroler* (Aditya Riska P, 2016).



Gambar2.9 software arduino IDE

## 2.6. Motor Servo

Motor *servo* banyak digunakan dalam dunia robotika dan juga industri, karena selain ukurannya kecil, juga sangat tangguh. *Servo* motor standar seperti Futaba S-148 mempunyai torsi (torque) 42 oz/inch, yang merupakan *servomotor* yang sangat kuat untuk ukuran tersebut. *Servomotor* juga mengkonsumsi daya yang sebanding dengan beban mekanik. Dengan beban yang kecil, konsumsi daya tidak besar.

Motor *Servo* merupakan perangkat atau actuator putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (*Clockwise* dan *Counter Clockwise*) dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi pada motor tersebut. Pada motor *servo* posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo* (Iqbal maulana, 2014).

Motor *servo* adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dengan *defleksi* masing-masing sudut mencapai  $90^\circ$  sehingga total *defleksi* sudut dari kanan – tengah – kiri adalah  $180^\circ$ . Dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Medan magnet pada motor *servo* dibangkitkan oleh magnet permanent motor *servo*, jadi tidak perlu tenaga untuk membuat medan magnet. Biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu dan tidak kontinyu seperti motor DC.

Motor *Servo* adalah motor yang gerakannya dapat dikendalikan ke kiri atau ke kanan dan berhenti tanpa harus ada pengereman. Motor *Servo* tersebut fisiknya hampir sama dengan motor induksi yaitu terdiri dari rotor magnet permanen dan

belitan *stator*, tetapi pada motor servo memiliki beberapa lilitan stator yang jumlahnya menunjukkan besar derajat tiap langkah.

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, 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. Tampak pada Gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam (Cahyo Wasisaputra, 2016).

Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya.

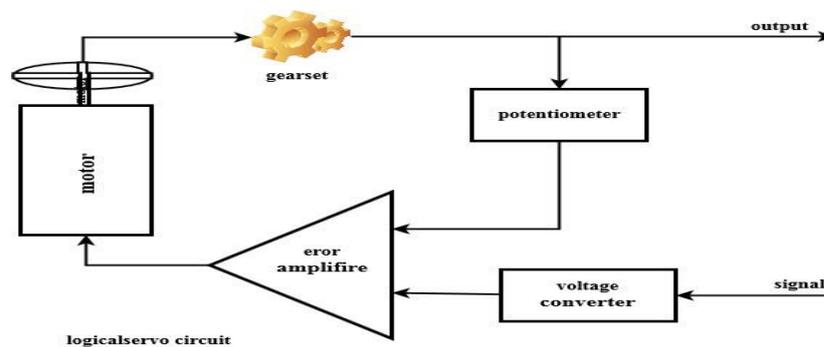
Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Lebih dalam dapat diGambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- a. 3 jalur kabel : Power, Ground, dan Control.
- b. Sinyal control mengendalikan posisi.

- c. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
- d. Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan *feedback control*.

Secara garis besar cara kerja servo dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.9 prinsip kerja motor servo

Motor akan memutar gear dan otomatis potensiometer ikut berputar. Jika potensiometer akan jadi perubahan sinyal refout karena perubahan resistansi. AMP-A menunggu sinyal REF-IN jika kedua sinyal di deteksi saama maka AMP-A menunggu sinyal REF-IN selanjutnya. Jika sinyal REF-IN diberi sinyal dengan nilai yang berbeda maka AMP-A kembali mendeeksi dua sinyal yang berbedasehingga AMP-A mengoprasikan motor kembali ke AMP-A kembali mendeteksi 2 sinyal menjadi sama.

Sinyal REF-IN dihubungkan dengan pin kabel PWM output dari *arduino*. Kanal PWM outpun akan membangkitkan sinyal diskrit dengan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) yang nanti dipakai sebagai sinyal referensi (REF-IN) oleh sirkuit kontrol untuk menentukan posisi sudut motor servo. motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*pulse widemodulation/PWM*)

melalui kabel kontrol lebar pulsa yang diberikan, akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo.



Gambar 2.10 Motor *Servo*

Dari Gambar 2.10 dapat di ketahui spesifikasi motor servo SG90 sebagai berikut:

Tabel 2.6 Spesifikasi Motor Servo

Kecepatan (no load)	0.12 second/ 60° (4.8V)
Torsi	1.6kg / cm (4.8V)
Suhu oprasi	-30°C - +60°C
Dead set	7 microsecond
Tegangan kerja	4.8V – 6V
Arus kerja	<500mA
Panjang kabel	180mm
Ukuran	22mm × 12.5mm × 29.5mm
Berat	9 gram

## 2.7. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan *efisiensinya* yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja atau single use dan baterai yang dapat di isi ulang atau *rechargeable*. Baik baterai primer maupun baterai sekunder, kedua-duanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik (*irreversible reaction*). Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik (*reversible reaction*).

Baterai DZ14500 merupakan baterai li-on yang masuk dalam kategori sekunder. Baterai jenis ini memiliki tegangan 3.7 volt dan arus 1500ma selama 1 jam. Daya baterai dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Daya} = \text{Tegangan} \times \text{arus}$$

Muhammad Thowil Afif (2015), menyatakan bahwa di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang. Baterai ion litium umumnya dijumpai pada barang-barang elektronik konsumen. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik konsumen, LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara. Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik.

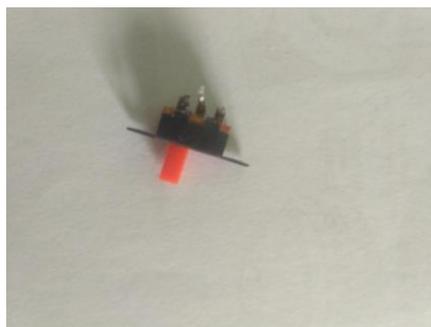


Gambar 2.11 Baterai li-on DZ 14500

## 2.8. *Switch* atau *Saklar*

*Switch* atau *Saklar* merupakan komponen elektikal yang berfungsi untuk memberikan sinyal atau untuk memutuskan atau menyambungkan suatu sistem kontrol. *Switch* berupa komponen kontaktor mekanik yang digerakan karena suatu

kondisi tertentu. *Switch* merupakan komponen yang mendasar dalam sebuah rangkaian listrik maupun rangkaian kontrol sistem. Komponen ini sederhana namun memiliki fungsi yang paling vital di antara komponen listrik yang lain. Jadi *Switch* atau *Saklar* pada dasarnya adalah suatu alat yang dapat atau berfungsi menghubungkan atau memutuskan aliran listrik (arus listrik) baik itu pada jaringan arus listrik kuat maupun pada jaringan arus listrik lemah. Yang membedakan *Saklar* arus listrik kuat dan *Saklar* arus listrik lemah adalah bentuknya kecil jika dipakai untuk peralatan elektronika arus lemah, demikian pula sebaliknya semakin besar *Saklar* yang digunakan jika aliran arus listrik semakin besar.



Gambar 2.12 *Switch* atau *Saklara*