

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Instrumen Pesawat**

Instrumen pesawat udara adalah suatu alat indikator yang digunakan untuk mengetahui keadaan/posisi pesawat udara pada saat melakukan penerbangan atau pada saat di darat. Instrumen pesawat harus bermutu tinggi karena keselamatan dari penumpang, awak, dan pesawat itu sendiri tergantung dari ketelitian penunjukan instrumen.

Setiap instrument harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu :

1. Instrumen pesawat udara harus tahan terhadap getaran yang terus menerus pada saat engine mulai bergetar.
2. Instrumen pesawat udara harus tahan terhadap guncangan yang hebat ketika pesawat sedang landing atau teksi didarat.
3. Instrumen pesawat udara harus ringan.
4. Instrumen pesawat udara harus tahan terhadap karat/anti corotion.
5. Instrumen pesawat udara harus terang dan mudah dibaca walaupun kondisi pesawat tidak menentu/baik pesawat terbang pada siang hari atau malam hari.
6. Instrumen pesawat udara harus mudah dilepas dan di pasang kembali untuk dikalibrasi dan instrumen harus standar.

## 2.2 Klasifikasi Instrumen Pesawat

Kalau menurut kegunaan dan tujuan instrument pesawat. maka instrument dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsinya. Klasifikasi fungsi instrumen adalah sebagai berikut

### 2.2.1 Engine instrument

Engine Instrument adalah suatu kelompok instrument yang berfungsi memberikan data atau informasi kepada penerbang tentang kondisi engine pada kondisi saat itu.

#### a. *Engine Speed Indicator*



**Gambar 2.1** *Engine Speed Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui besar nilai putaran dari *engine* 1 maupun dari *engine* 2

b. *Oil Pressure Indicator*



**Gambar 2.2** *Oil Pressure Indicator* (BAM EA ,2020)

*Oil pressure indicator* yang dibahas pada laporan ini termasuk ke dalam golongan *engine shop*. Untuk pembahasan lebih lanjutnya akan dilakukan pada bab 4.

c. *Oil Temperature Indicator*



**Gambar 2.3** *Oil Temperature Indicator* (BAM EA,2020)

*Oil temperature indicator* diperlukan untuk mengetahui temperatur *oil* yang digunakan untuk melumasi *engine*.

d. *Cylinder Head Temperature*



**Gambar 2. 4** *Cylinder Head Temperature* (BAM EA,2020)

*Cylinder head temperature* diperlukan untuk mengetahui *temperature cylinder head* atau *barrel* pada *engine-engine* yang berpendingin udara.

e. *Exhaust Gas Temperature*



**Gambar 2. 5** *Exhaust Gas Temperature* (BAM EA,2020)

EGT digunakan untuk mengetahui *temperature gas buang* pada *engine*. EGT merupakan indikator faktor yang kritis dalam pengoperasian mesin pesawat terbang. Apabila EGT naik melebihi batas yang ditentukan, dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin. Pengukuran EGT dilakukan dengan meletakkan sensor temperatur

pada bagian *turbin outlet temperature* (TOT), atau pengukuran EGT dapat dilakukan pada *turbin inlet temperature*.

f. *Fuel Pressure Indicator*



Gambar 2.6 *Fuel Pressure Indicator* (BAM EA,2020)

*Fuel pressure indicator* diperlukan untuk memberikan peringatan adanya kegagalan operasi *engine* akibat kerusakan pada sistem bahan bakar, memberi penunjukan bahwa *fuel* mengalir ke dalam sistem dengan tekanan constant dan juga untuk memberitanda adanya gangguan pada sistem aliran *fuel* yang masuk ke *engine*.

g. *Fuel Quantity Indicator*



**Gambar 2. 7** *Fuel Quantity Indicator (BAM EA,2020)*

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui kapasitas bahan bakar dari pesawat.

*h. Fuel Flowmeter Indicator*



**Gambar 2. 8** *Fuel Flow-meter Indicator (BAM EA,2020)*

*Fuel flowmeter indicator* berfungsi untuk mengetahui penakiaian bahan bakar selama engine bekerja, *fuel flowmeter* ditunjukkan dalam satuan lbs/jam atau Kg/jam. Instrumen ini pada umumnya dipergunakan pada pesawat *multi-engine* yang besar, akan tetapi ada juga pesawat kecil yang dapat kita jumpai menggunakan instrumen ini.

*i. Manifold Pressure Indicator*



**Gambar 2. 9** *Manifold Pressure Indicator* (BAM EA,2020)

*Manifold pressure indicator* digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan *absolute* dalam *intake manifold* sebelum *intke valve*. Indicator ini sangat penting pada pesawat terbang yang menggunakan *piston engine*, karena tenaga yang dihasilkan oleh mesin akan sebanding dengan banyaknya campuran antara udara dan bahan bakar untuk pembakaran. Skala penunjukkan pada *manifold pressure indicator* menggunakan satuan Inch Hg.

j. *Turbine Inlet Temperature*



**Gambar 2. 10** *Turbin Inlet Temperature* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui suhu dari udara sebelum masuk ke ruang bakar.

k. *Air Intake Temperature*

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur suhu udara.

*l. Torque Indicator*

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui tenaga dari suatu *engine* dengan cara mengukur tekanan yang ditimbulkan oleh *torque system*.

*m. Thrust indicator*



**Gambar 2. 11** *Thrust indicator (BAM EA,2020)*

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur kekuatan gaya dorong sebuah pesawat terbang.

### **2.2.2 Flight instrument**

*Flight Instrument* adalah suatu kelompok instrument yang berfungsi memberikan data atau informasi kepada penerbang tentang kondisi dan sikap pesawat saat itu.



a. *Air Speed Indicator*



Gambar 2. 12 *Air Speed Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui kecepatan pesawat relatif terhadap tekanan udara statis.

b. Altimeter



Gambar 2. 13 *Altimeter* (BAM EA,2020)

Altimeter adalah instrumen yang berfungsi untuk menunjukkan ketinggian pesawat terhadap permukaan air laut, penunjukkan altimeter ini diperoleh dari mengukur perbedaan tekanan antara kapsul *aneroid* di dalam altimeter dengan tekanan luar yang didapatkan dari *port static*. Ketinggian pesawat terhadap permukaan air laut ditunjukkan dalam satuan *Feet*.

c. *Vertical Speed Indicator*



**Gambar 2. 14** *Vertical Speed Indicator* (BAM EA,2020)

*Vertical speed indicator* berfungsi untuk menunjukkan kecepatan pesawat saat *climb* (mendaki) atau *descent*. Instrumen ini dapat mendeteksi perubahan tekanan udara di port *static*, yang disebabkan oleh perubahan ketinggian pesawat (*altitude*). saat pesawat *climb*, maka jarum akan bergerak ke atas, saat pesawat *descent* jarum akan bergerak ke bawah. Saat pesawat tidak mengalami perubahan ketinggian (*level-off*) jarum akan menunjukkan ke angka nol.

d. *Turn and Bank Indicator*



**Gambar 2. 15** *Turn and Bank Indicator* (BAM EA,2020)

*Turn and bank indicator* berfungsi untuk mengetahui bahwa pesawat membuat suatu belokan dan menunjukkan besar sudut belokan

tersebut. *Turn and bank indicator* menggunakan prinsip *gyroscope* sebagai penggerakannya.

e. *Artificial Horizon*



Gambar 2. 16 *Artificial Horizon* (BAM EA ,2020)

*Artificial horizon indicator* (AHI) digunakan untuk mengetahui atau menunjukkan sikap pesawat atau gerakan pesawat terhadap sumbu longitudinal axis dan sumbu lateral axis ini seolah-olah menggantikan garis horizon bumi.

### 2.2.3 *Navigation instrument*

*Navigasi Instrument* adalah suatu kelompok instrument yang berfungsi memberikan data atau informasi kepada penerbang tentang arah atau navigasi pesawat saat melaksanakan penerbangan. Navigasi instrument digunakan untuk keperluan navigasi pesawat.

a. *Magnetic Compass*



Gambar 2. 17 *Magnetic Compass* (BAM EA, 2020)

Instrumen ini berfungsi untuk menunjukkan arah terbang pesawat terhadap kutub magnet bumi.

b. *Heading Indicator*



Gambar 2. 18 *Heading Indicator* (BAM EA , 2020)

*Heading indicator* digunakan untuk mengetahui atau menunjukkan arah pesawat selama dalam penerbangannya (seperti halnya *magnetic compass indicator*) dan memberi informasi kepada penerbang tentang besarnya derajat penyimpangan dari arah semula.

c. *Radio Magnetic Indicator*



**Gambar 2. 19** *Radio Magnetic Indicator*

Instrumen ini berfungsi untuk menunjukkan arah berdasarkan frekuensi (VOR) dari sistem radio.

d. *Course Indicator*



**Gambar 2. 20** *Course Indicator (BAM EA , 2020)*

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui posisi pesawat dari tujuan pesawat.

e. *Drift Meter*

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui penyimpangan arah pesawat.

f. *Outside Air Temperature*

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur suhu luar pesawat.

g. *Clock*



Gambar 2. 21 *Clock* (BAM EA ,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk menunjukkan waktu pada pesawat udara.

#### 2.2.4 *Auxilliary instrument*

*Auxilliary instrument* juga disebut sebagai *miscellaneous instrument*. *Auxilliary instrument* adalah suatu kelompok instrument yang berfungsi memberikan data atau informasi kepada penerbang tentang suhu sekitar pesawat, keadaan fuel, waktu dan sebagainya. Instrument yang tidak termasuk dalam kelompok di atas, tetapi sangat dibutuhkan keberadaannya maka termasuk *auxilliary instrument*.

a. *Flap Position Indicator*



**Gambar 2. 22** *Flap Position Indicator* (BAM EA , 2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui posisi flap pesawat.

b. *Accelerometer (G meter)*



**Gambar 2. 23** *Accelerometer* (BAM EA , 2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur akselerasi dari pesawat terhadap gravitasi pada saat pesawat pitch untuk mengendalikan *center of gravitaion* (CoG).

c. *Landing Gear Position Indicator*

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui posisi *landing gear* (roda pesawat).

d. *Fatigue Meters*

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur gravitasi terhadap pesawat.

e. *Cabin Pressure Indicator*



**Gambar 2. 24** *Cabin Pressure Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui besar tekanan yang ada di dalam kabin pesawat.

f. *Cabin Temperature Indicator*



**Gambar 2. 25** *Cabin Temperature Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengukur suhu yang terdapat di dalam kabin pesawat.



g. *Hydraulic Pressure Indicator*



Gambar 2. 26 *Hydraulic Pressure Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui tekanan hidrolik pada sistem suatu pesawat.

h. *Suction Gauge*

Instrumen ini berfungsi untuk menunjukk pengurangan tekanan udara / menunjukkan suatu tekanan kerendahan dari udara.

i. *Angle of Attack Indicator*

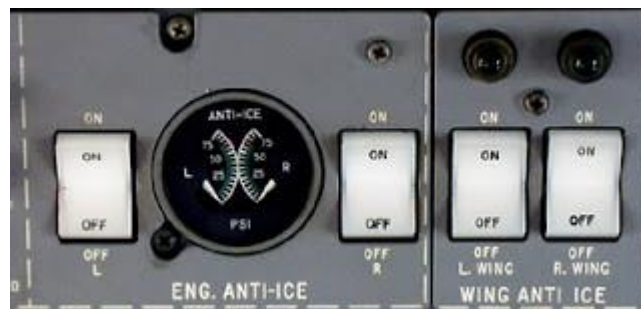


Gambar 2. 27 *Angle of attack Indicator* (BAM EA ,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk menunjukkan *Angle of Attack* (AoA) pada keadaan terbang normal dan besar AoA yang sebenarnya, dengan demikian pilot dapat dengan tepat menerbangkan pesawatnya dengan

sudut yang paling baik, kecepatan naik yang paling baik ataupun terbang jelajah.

j. *Anti-Icing Indicator*



Gambar 2. 28 *Anti-Icing Indicator* (BAM EA,2020)

Instrumen ini berfungsi untuk mengetahui suhu alat pemanas yang mencegah terjadinya pembentukan es pada pesawat.

### 2.3 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat/pengolah sinyal yang terbentuk dalam satu sistem pengindra. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh *Controller* sebagai otaknya.

D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya.

Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini :

### 1. Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinu sebagai tanggapan (*response*) terhadap masukan yang berubah secara kontinu.

### 2. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

## 2.4 Arduino MEGA

**Arduino** adalah *micro controller single-board* yang bersifat *open-source* yang, digunakan untuk memberikan kemudahan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino ini memiliki *hardware prosesor* Atmel AVR dan *softwarena* memiliki bahasa pemrograman sendiri. *Micro controller* ini sangat populer di kalangan pelajar di seluruh dunia. Arduino sangat terkenal karena mudah dipelajari bagi para pemula yang baru belajar mengenal robotika dan elektronika. Tidak hanya pemula, para profesional pun ikut mengembangkan aplikasi - aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan *micro controller*, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

- Murah – Papan (perangkat keras) *Micro controller* ini dijual dengan harga relatif murah sekitar Rp 125.000
- Sederhana dan mudah pemrogramannya – Karena bahasa yang dipakai bukanlah assembler yang relatif sulit, maka untuk para pemula arduino ini akan mudah dipelajari
- Perangkat lunaknya *Open Source* – Karena *software* Arduino IDE dipublikasikan sebagai Open Source, maka Arduino tersedia bagi para pemrogram berpengalaman. Karena bahasanya bisa dikembangkan lebih

lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

- Perangkat kerasnya *Open Source* – Perangkat keras Arduino berbasis *micro controller* ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

( Sumber : <https://ariefeeiiggeennblog.wordpress.com/2014/02/07/pengertian-fungsi-dan-kegunaan-arduino/> )

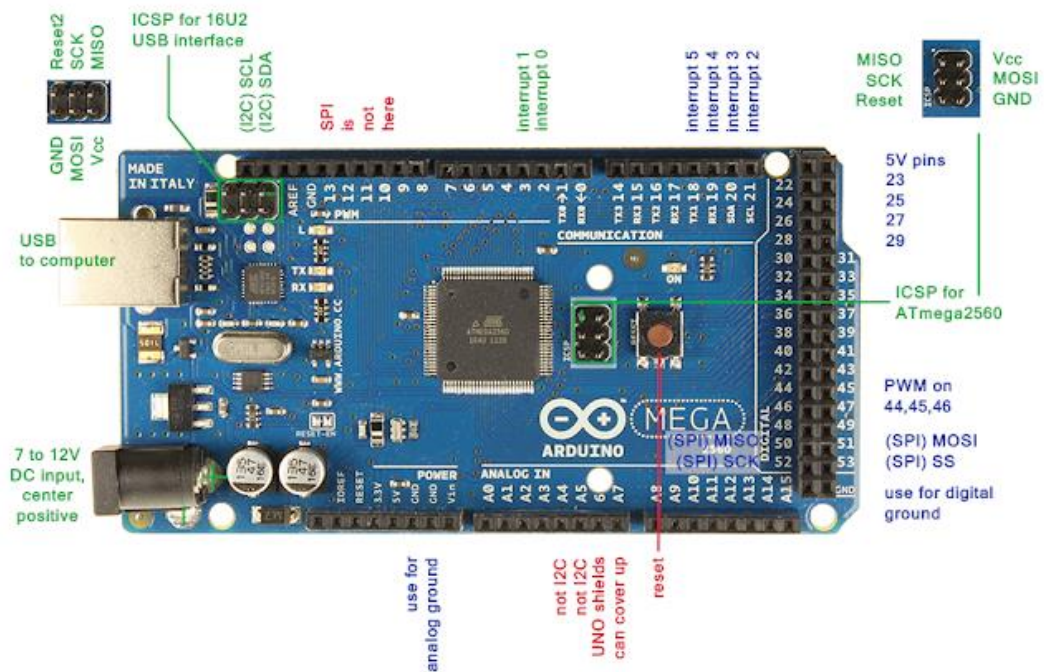
Arduino MEGA adalah Board *Micro controller* yang memakai chip *micro controller* ATmega328 yang relatif mudah digunakan sehingga banyak di pakai oleh kalangan pelajar sampai tingkat lanjut . Agar dapat dioperasikan , Board Arduino MEGA di hubungkan ke komputer melalui kabel USB ( dengan adaptor atau Power Supply 7-12 V DC ). Arduino MEGA dapat digunakan untuk berbagai pengaplikasian dari berbagai sensor .misalnya sensor jarak, suhu, cahaya, kecepatan udara , tekanan , kelembaban dan lain lain

Secara garis besar Arduino mempunyai 14 pin Digital yang dapat di set sebagai Input atau Output dan 6 pin input Analog. Disini penulis memilih Arduino MEGA kerana harganya yang murah , memiliki connector USB dan mudah digunakan untuk kalangan pemula . Untuk lebih jelasnya untuk spesifikasi Arduino MEGA bisa dilihat di bawah ini :

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino MEGA

<i>Microcontroller</i>	Atmega2560 (DataSheet)
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan Input(Rekomendasi)	7-12V
Batas Tegangan Input	6-20V

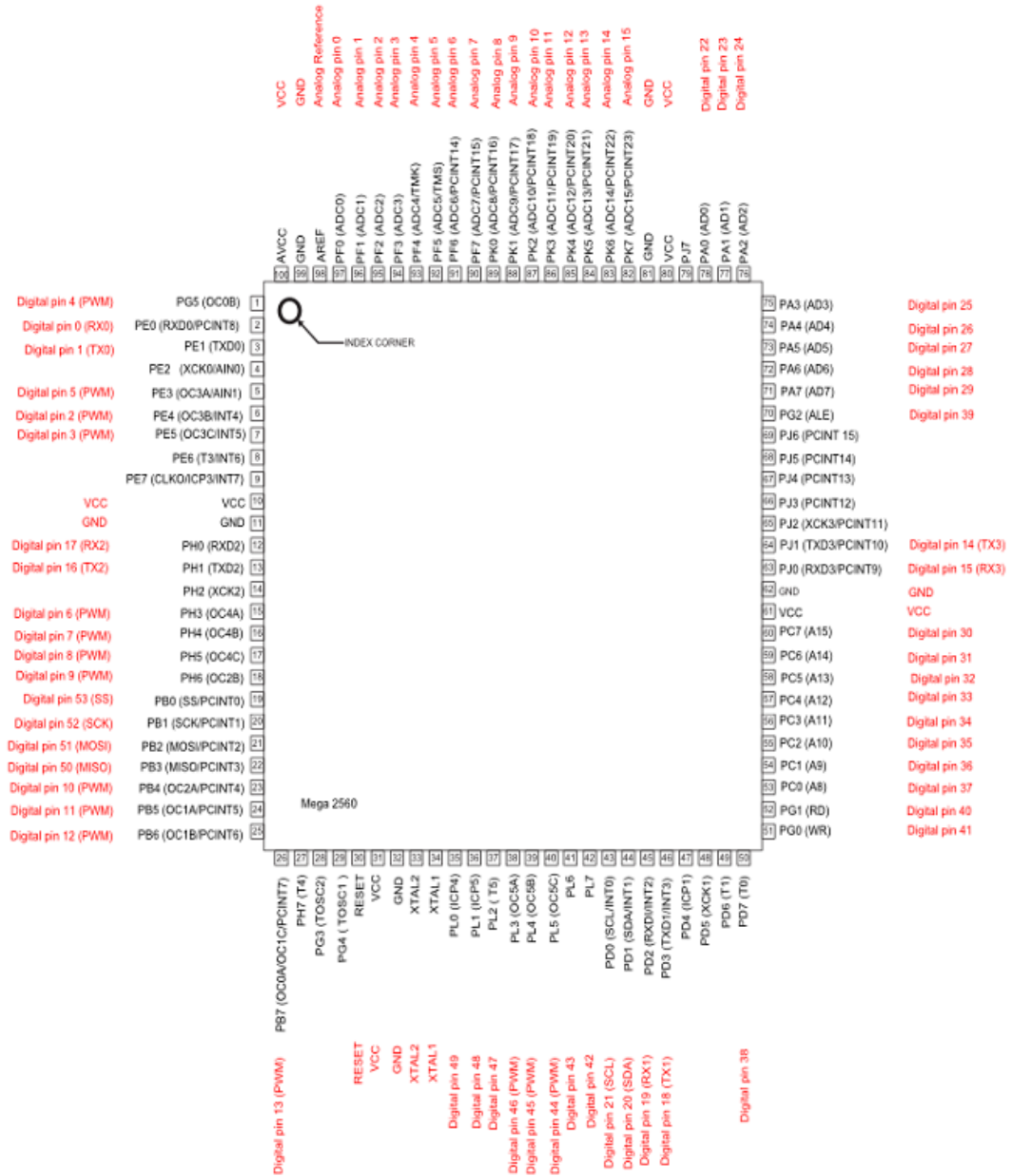
Pin I/O Digital	54 (15 diantaranya dapat di gunakan sebagai output PWM)
Pin Digital PWM	15
Pin Input Analog	16
Arus DC Tiap Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	256 KB Sekitar 8 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 g



**Gambar 2. 29 Konfigurasi pin arduino MEGA**

Pin digital Arduino Mega2560 ada 54 pin yang dapat digunakan 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 dilengkapi dengan pin dengan fungsi khusus, sebagai berikut :

- **Serial 4 buah** : Port Serial : 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 di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL
- **External Interrupts 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)
- **PWM 15 buah** : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit
- **SPI** : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan *SPI Library*
- **I2C** : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan *wire library*
- **LED** : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13



Gambar 2. 30 Atmega 2560 pin out

## 2.5 Modul GY-271

Pada modul GY-271 digunakan sensor QMC5883L. Pada sensor ini, arah mata angin dibagi dalam bentuk derajat yaitu : Utara ( $0^0$ ), Timur ( $90^0$ ), Selatan ( $180^0$ ), dan Barat ( $270^0$ ). Cara untuk mendapatkan informasi arah dari modul *compass* digital ini yaitu dengan membaca data interface I2C pada pin

SDA dan SCL. Data yang diperoleh dari *compass* digital ini merupakan sudut yang dibentuk terhadap mata angin arah utara ( $0^0$ ). Sebagai contoh, bila pembacaan adalah  $60^0$ U, berarti sudut *compass* membentuk sudut  $60^0$  terhadap mata angin utara.



Gambar 2. 31 Sensor QMC5883L

Tabel 2. 2 Spesifikasi modul GY-271

Model	GY-271
Sensor	QMC5883L
Modul <i>Power Supply</i>	3V - 5V
<i>Communication</i>	I2C <i>Communication</i>
Akurasi	$1^{\circ}$ - $2^{\circ}$
Ukuran	13.9 x 18.5 mm

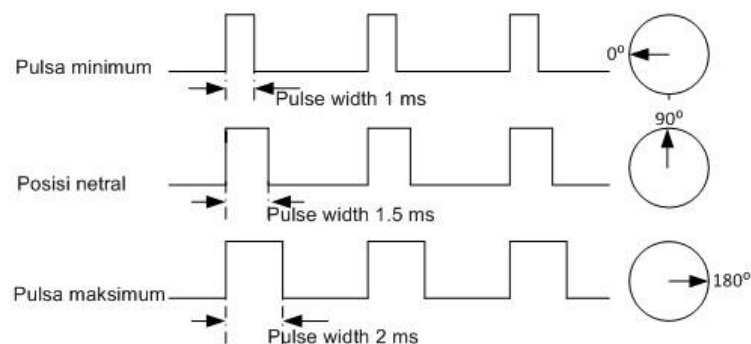
## 2.6. Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (duty cycle) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Jenis Motor Servo Standar  $180^{\circ}$  hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai  $90^{\circ}$  sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah  $180^{\circ}$ .

Pulsa kendali motor servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi TON (time ON) duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut  $0^{\circ}$  netral). Pada saat TON duty cycle dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise*,



CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya TON duty cycle, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika TON duty cycle dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise, CW*) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya Ton duty cycle, dan bertahan diposisi tersebut ( Nur Ahmad Effendi, 2014).



Gambar 2.31. Pulsa Kendali Motor Servo (Trikueni Dermanto, 2014)

Servo emax es08ma adalah miniservo yang digunakan pada alat ini. Berikut spesifikasi dari mini servo emax es08ma :

- Dimensi : 23mm x 11.5mm x 24mm
- Sudut : maksimal 180°
- Torsi : 1.6kg/cm(4.8V )2.0kg/cm(6V)
- Operating speed : 0.12 sec /60° (4.8v), 0.10 sec/60°(6v) tanpa beban
- Operating voltage : 4.8-6.0V
- Dead band width : 5us



Gambar 2. 32 mini servo emax es08ma

## 2.7. Servo Tester

Servo yang digunakan sebagai penggerak prototype pada alat ini, digerakkan menggunakan servo tester. Pada alat ini digunakan jenis ccpm servo tester, ccpm servo tester bekerja pada tegangan 4,8V – 6V. Pada tegangan tersebut, servo tester ini dapat mengendalikan 3 servo sekaligus. Ccpm servo tester memiliki 3 mode penggunaan, yaitu manual, otomatis dan netral. Berikut spesifikasi dari ccpm servo tester :

- Dimensi : 46mm x 32mm x 17mm
- Sinyal output : 1.5ms±0.5ms
- Operating speed : 0.12 sec /60° (4.8v), 0.10 sec/60°(6v) tanpa beban
- Operating voltage : 4.8-6.0V
- Batas suhu : -40~+85°C

Berikut ini konfigurasi pin pada ccpm servo tester :



Gambar 2. 33 konfigurasi pin ccpm servo tester

## 2.8. *Thin Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT LCD)*

*Thin film transistor liquid crystal display* (TFT LCD) adalah varian dari *Liquid Crystal Display* (LCD) yang menggunakan Transistor Film Tipis (TFT) teknologi untuk meningkatkan kualitas gambar seperti addressability dan kontras. TFT LCD matriks aktif LCD, berbeda dengan matriks pasif LCD atau sederhana, tampil dengan LCD dalam beberapa segmen.

TFT LCD digunakan dalam peralatan termasuk [televisi](#), monitor komputer, [ponsel](#), video game portabel, PDA/Tablet, sistem navigasi dan proyektor.

Jenis tft lcd yang digunakan pada alat ini adalah tft lcd ILI9341. Tft lcd ini menggunakan jenis komunikasi SPI pada pin 4 dan 5. Memiliki resolusi sebesar 240x320 yang berarti tft lcd ini memiliki 76800 pixel. Tft lcd ini hanya bekerja pada tegangan 3.3V, dimana tft lcd ini memiliki regulator sendiri untuk mengatur tegangan yang masuk menjadi sebesar 3.3V.



Gambar 2. 34 Tft lcd ILI9341

## 2.9. Prototype Pesawat

Prototype pesawat pada alat ini dibuat dengan bahan styrofoam, dengan dimensi 87cm x 92cm x 13cm. pemilihan bahan styrofoam dengan pertimbangan meminimalisir bobot pesawat sehingga tidak membebani kerja servo. prototype ini memiliki bobot 1,2 kg.



Gambar 2. 35 Prototype pesawat