

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Landing Gear*

*Landing gear* merupakan salah satu komponen penting dalam struktur pesawat terbang. Terutama poros roda yang berfungsi menahan beban pesawat terbang saat pesawat terbang berada di darat dan menahan beban *impact* saat pesawat terbang melakukan pendaratan (*landing*).

Tipe dan model *landing gear* dalam pesawat terbang dapat diketahui dari cara bekerjanya. Banyak pesawat kecil atau latih yang *landing gear*-nya tidak perlu dimasukan atau diturunkan (*fix landing gear*). Pesawat penumpang komersial umumnya memiliki *landing gear* yang dapat diturunkan menjelang mendarat dan dinaikkan setelah lepas landas (*retractable landing gear*). (Lit.5)

Pesawat yang berstatus *retractable landing gear* atau *movement landing gear system* inilah yang memerlukan perawatan yang lazimnya menyita banyak waktu dan perhatian. Kondisi landasan yang tidak mulus dan berat pesawat yang sering maksimal mengakibatkan beban kerja *landing gear* sangat tinggi dan perlu mendapat perhatian sebelum dan sesudah penerbangan. Inspeksi khusus dilakukan setelah dipakai dikurun waktu tertentu (*cycle and hours*).

Untuk menggerakkan roda keluar dan masuk (*extend and retract*) bekerja dengan baik tidak hanya bersumber dari satu tenaga, tetapi tiga atau lebih sumber tenaga yang berasal dari *mechanical power*, *electrical power* dan *hydraulic power*. (Lit.6)

Sistem *landing gear* yang digunakan di pesawat berpenumpang terus berkembang, mulai dari mekanikal ke hidrolik dan sekarang dikombinasikan elektronik-hidrolik yang di dunia penerbangan dikenal dengan sebutan *control by wire*. Sistem itu memungkinkan pesawat dapat mengangkut lebih besar penumpang dan barang. Bobot pesawat juga lebih ringan, karena peralatan mekanik *landing gear* tidak lagi digunakan. Dalam sistem yang lama, *landing gear* memerlukan peralatan kontrol dalam jumlah yang banyak dan tempat.



**Gambar 2.1** *Landing gear extension*  
Sumber: Pesawat DC-9 Hangar 2 GMF Aeroasia

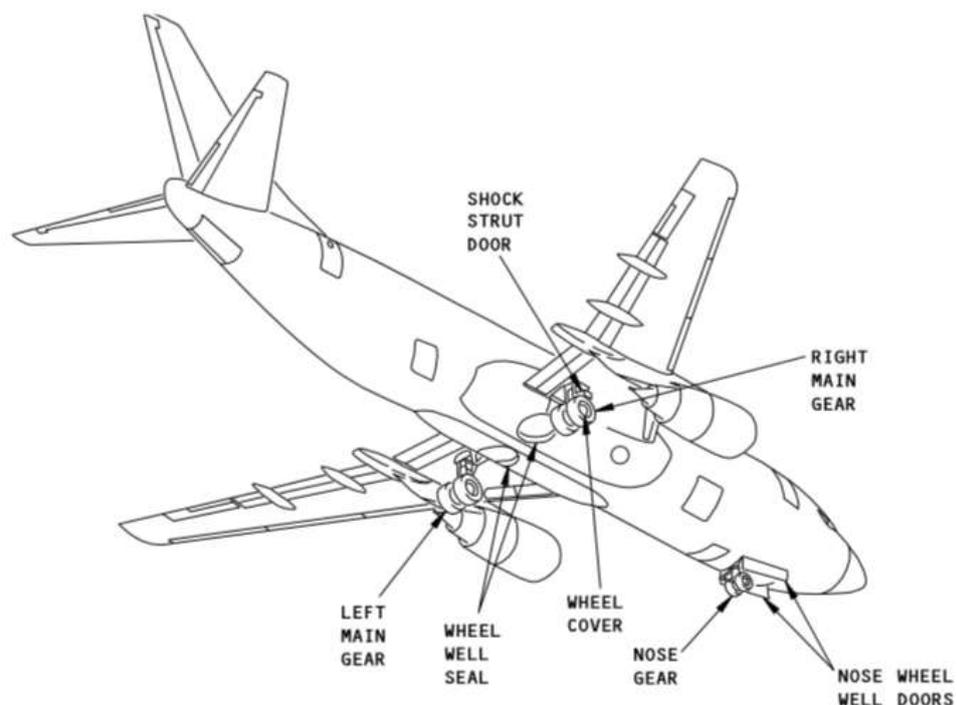
Adapun fungsi utama landing gear sebagai berikut: (Lit.5)

1. Menjaga agar pesawat tetap stabil di tanah dan *taxi*.
2. Memungkinkan pesawat untuk bergerak bebas selama *taxing*.
3. Memberikan jarak aman antara komponen pesawat lainnya seperti sayap dan badan saat pesawat berada di atas tanah untuk mencegah kerusakan.
4. Untuk menyerap guncangan selama pesawat mendarat.
5. Memudahkan pesawat dalam lepas landas dengan memungkinkan pesawat untuk mempercepat laju dengan gesekan yang rendah.

Walaupun *landing gear* merupakan komponen penting selama lepas landas dan mendarat, *landing gear* adalah bobot mati selama operasi penerbangan. Untuk alasan inilah direkomendasikan untuk menarik kembali *landing gear* dalam pesawat untuk mengurangi *drag* pesawat agar kinerja pesawat meningkat.

## 2.2. Prinsip Kerja Landing Gear

*Landing gear* terdiri dari *main landing gear* dan *nose landing gear*. *Main landing gear* lokasinya berada pada *inboard* dari masing-masing *engine nacelle* dan dibelakang *rear wing spar*. *Nose landing gear* lokasinya berada pada dibawah *aft bulkhead* dari *control cabin*. *Landing gear* pada Boeing-737 adalah bekerja secara hidraulik *actuator* untuk *extend* dan *retract* dengan kontrol dari *selector lever* yang berada pada P2-2 panel. Jika *selector lever* diposisikan pada “Up” position, semua ketiga *landing gear* tersebut akan *retract* secara perlahan. *Main landing gear* akan kedalam masuk ke *fuselage* dan *nose landing gear* akan kedepan masuk ke *whell well*. Jika *selector lever* diposisikan “down” lever ketiga *landing gear* tersebut akan *extend* secara halus dan perlahan. *Control lever* pada posisi “off” normalnya untuk *cruising mode* dan semua *landing gear* akan tidak menerima *pressure* hidraulik. *Lock system* untuk mencegah *landing gear retract* ketika berada didarat saat *control lever* pada *up position*. (Lit.10)



**Gambar 2.2** Lokasi *landing gear*

Sumber: AMM Boeing 737-345 ATA 32-00-00

Berikut tabel indikasi *lampu landing gear* :

**Tabel 2.1** Indikasi lampu *landing gear*

No	Warna Lampu	Posisi <i>Landing Gear</i>
1	Hijau	- <i>Landing gear</i> turun dan terkunci
2	<i>Amber</i>	- Pintu <i>landing gear</i> tidak tertutup
3	Merah	- <i>Landing gear</i> sedang proses <i>in-transit</i> dari ( <i>up</i> ke <i>down</i> atau <i>down</i> ke <i>up</i> ) - <i>Lever</i> turun dan <i>gear</i> tidak turun dan terkunci - <i>Lever</i> tidak turun dan <i>gear</i> tidak naik
4	Semua lampu <i>off</i>	- Posisi <i>landing gear</i> naik dan pintu tertutup juga terkunci

### 2.3. Definisi Simulator *Landing Gear Extension* dan *Retraction*

Berdasarkan pengertiannya, simulator adalah program yang berfungsi untuk menyimulasikan suatu peralatan, tetapi kerjanya agak lambat daripada keadaan yang sebenarnya atau alat untuk melakukan simulasi dan juga alat yang dapat menyimulasikan.

*Extend* adalah kondisi dimana keadaan *landing gear* di dorong keluar dari badan pesawat. Kondisi ini berlangsung pada saat pesawat akan mendarat dan juga sebagai membantu pesawat bermanuver di *ground*. Sebaliknya *retract* adalah kondisi dimana *landing gear* ditarik masuk kedalam badan pesawat. Kondisi ini bertujuan untuk mengurangi drag pada saat pesawat mengudara.

Jadi, dapat diartikan simulator *landing gear extend* dan *retract* adalah sebuah alat untuk menggambarkan sistem kinerja sesungguhnya dari *landing gear* pada saat *extend* dan *retract*.



**Gambar 2.3** Simulator *landing gear extension* dan *retraction*  
Sumber: Simulator *landing gear* Polinema

#### **2.4. Dasar Pemilihan Bahan dalam Pembuatan Alat/Komponen**

Adapun dasar pemilihan bahan-bahan untuk pembuatan alat dan komponen yang dapat digunakan sebagai berikut: (Lit.9)

##### **1. Mudah dicari**

Dalam pencarian bahan-bahan tentunya terdapat bahan yang sulit didapatkan, sebaiknya dalam pencarian bahan harus lebih selektif dalam menentukannya. Bahan-bahan tersebut seharusnya memenuhi persyaratan dan mudah untuk didapatkan. Untuk itu, bahan yang dipakai harus mudah untuk didapatkan di pasaran supaya proses dalam pembuatan lebih cepat.

##### **2. Bahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya**

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian mesin sangat perlu diperhatikan. Untuk perancangan harus

mempunyai pengetahuan yang memadai tentang sifat mekanik, kimia, dan termal untuk mesin seperti baja, besi cor, logam bukan besi (*non ferro*), dan sebagainya. Hal-hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan.

### **3. Efektif dan efisien dalam perencanaan dan pemilihan**

Kelebihan dan keuntungan dalam pemilihan bahan tentunya harus lebih banyak untungnya dari pada kerugiannya. Pembuatan alat seharusnya sederhana, mudah dioperasikan, biaya perbaikan dan perawatan relatif murah dan juga tentunya hasil yang didapatkan akan sangatlah puas.

## **2.5. Kriteria Dalam Pemilihan Komponen**

Sebelum memasuki perhitungan, tentunya perencanaan dalam pemilihan komponen haruslah efisien dan efektif pada proses pembuatan alat. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir, beban bengkok atau terhadap faktor tahanan dan tekanan. Juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan.

Adapun kriteria-kriteria dalam pemilihan komponen pembuatan simulator *extend* dan *retract landing gear* sebagai berikut:

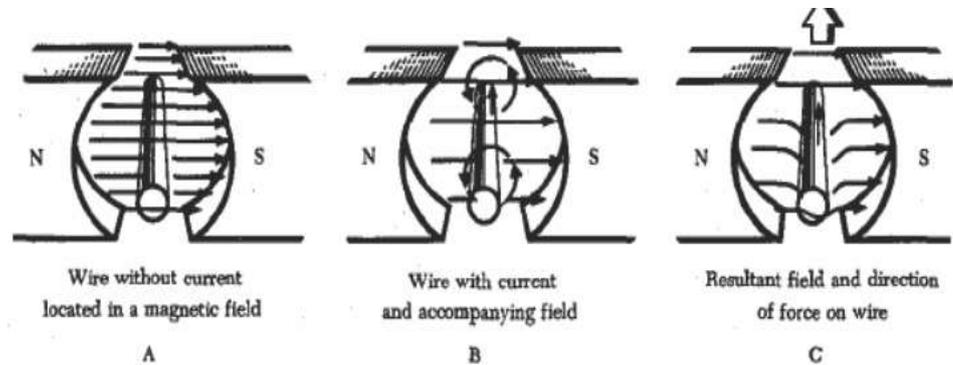
### **1. Aktuator Motor Listrik**

Adapun jenis motor listrik sebagai berikut:

#### **1) Motor DC**

Motor DC merupakan suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi gerak atau energy mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak

berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar).

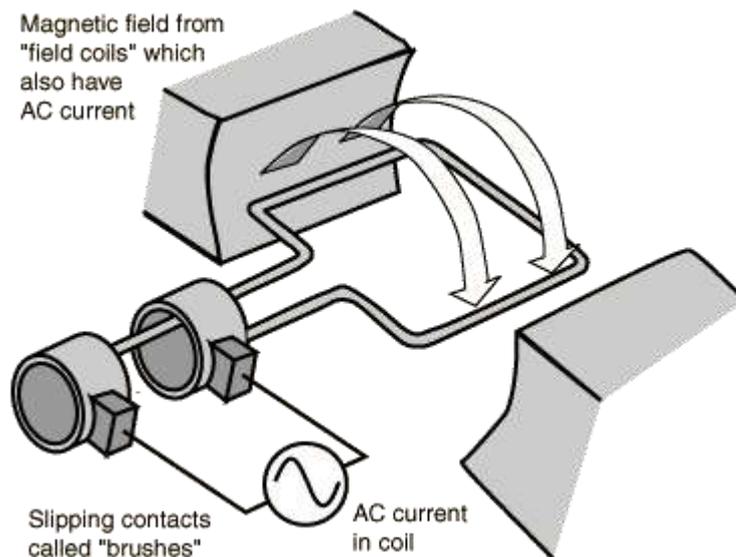


**Gambar 2.4** Motor DC

Sumber: *Electrical fundamental module*

## 2) Motor AC

Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi energi gerak maupun mekanik daripada rotor yang ada di dalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh kutub positif maupun negatif, dan bersumber tenaga listrik.



**Gambar 2.5** Motor AC

Sumber: <http://blogs.itb.ac.id>

a. Kelebihan aktuator motor listrik:

1) Tenaga listrik yang di perlukan tidak terlalu boros

- 2) Rangkaian yang akan dibuat tidaklah terlalu rumit
  - 3) Gerakan yang dihasilkan tergolong halus
  - 4) Biaya perawatan sangatlah ringan
  - 5) Daerah kecepatan bisa diatur sesuai yang diinginkan
- b. Kekurangan aktuator motor listrik:
- 1) Bahaya api dan ledakan ada
  - 2) Sistem cenderung kotor dan berdebu
  - 3) Tidak aman pada pembebanan lebih

## 2. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau 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.



**Gambar 2.6** Motor Servo

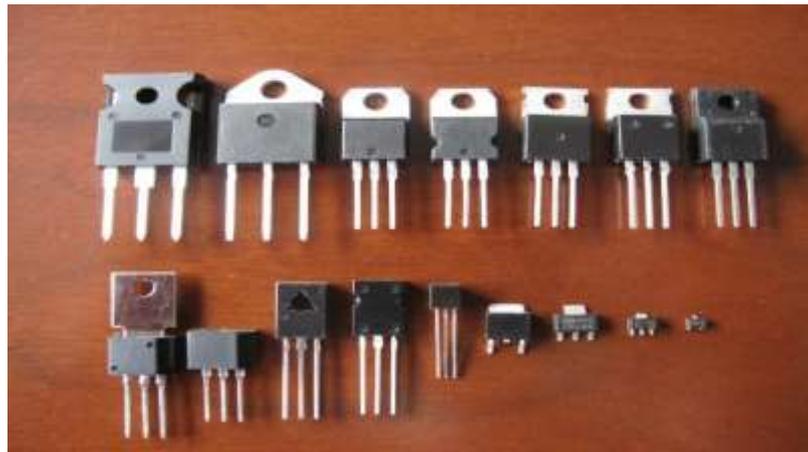
Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>

### 2.6. Sistem Komponen Listrik

Dalam hal pendukung berjalannya sistem kelistrikan terdapat komponen listrik yang membantu pergerakan motor. Berikut adalah sistem komponen listrik yang mendukung pergerakan listrik untuk *sequence landing extension* dan *retraction*.

## 1. Transistors

Transistor adalah komponen semikonduktor yang memiliki berbagai macam fungsi seperti sebagai penguat, pengendali, penyearah, *osilator*, *modulator* dan lain sebagainya. Transistor merupakan salah satu komponen semikonduktor yang paling banyak ditemukan dalam rangkaian-rangkaian elektronika.



**Gambar 2.7** Transistor

Sumber: <http://www.teknologiinformatika.com>

## 2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya, sebagai contohnya Arduino, MCS51, AVR, PIC dan lain-lain.



**Gambar 2.8** Mikrokontroler Arduino UNO

Sumber: <https://www.arduino.cc/>

### 3. *Power Supply* (Catu Daya)

Catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *power supply* atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *power supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *electric power converter*.

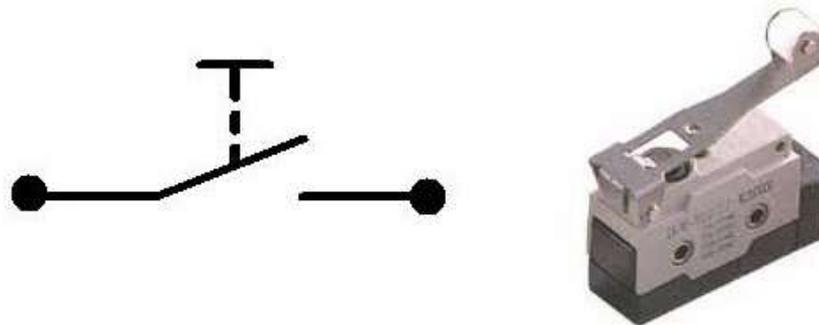


**Gambar 2.9** *Power Supply*

Sumber: <https://www.techfinder.in/>

#### 4. *Limit Switch*

*Limit switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.



**Gambar 2.10** *Limit Switch*

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/wp-content/uploads/2012/07/Simbol-Dan-Bentuk-Limit-Switch.jpg>

#### 2.7.Kerangka

Kerangka berfungsi sebagai penerima dan menahan seluruh beban berat dari komponen-komponen yang telah dipasang. Oleh karena itu untuk mampu menahan beban yang ditumpukan banyak jenis bentuk-bentuk rangka yang sering di gunakan seperti persegi panjang, bulat, kotak, berbentuk U, berbentuk L dan lain-lain.

Dimana terdapat besi *hollow* yang lebih cocok mampu menahan beban karena besi ini tergolong kuat dan kokoh serta juga cocok untuk digunakan pada waktu jangka panjang. Beberapa keunggulan yang dimiliki besi *hollow* ini antara lain seperti tahan api, anti karat, anti rayap, harganya yang cukup terjangkau, serta proses pemasangannya yang cepat. Secara

umum besi hollow ini terbuat dari besi galvanis dan galvanum. Mulanya bahan baku yang digunakan dalam pembuatan besi hollow ini terbuat dari kombinasi zink dan juga alumunium yang telah banyak digunakan di negara negara maju. Bahan tersebut banyak digunakan karena kemampuannya yang tahan terhadap karat serta termasuk ke dalam reflektor panas yang cukup baik.

## 2.8.Rumus Perhitungan Gaya Aktuator Motor pada Landing Gear

Untuk mencari gaya motor, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

1. Untuk mencari moment pada landing gear dapat kita tentukan dengan:

$$\sum M_o = 0$$

$$M = F \times l \quad \dots (2.1, \text{Lit.4, Hal 10})$$

Dimana:

$M = \text{Moment of force}$

$F = \text{Gaya yang terjadi pada benda}$

$l = \text{Jarak tegak lurus dari titik dan garis tindakan gaya}$

2. Menghitung titik berat pada *landing gear*

Menghitung titik berat *landing gear* terlebih dahulu menggambar *free body diagram* ( $x$  dan  $y$ ). Setelah itu menghitung nilai  $x$  dan  $y$  pada titik berat *landing gear* dengan persamaan sebagai berikut:

$$x = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} \quad \dots (2.2, \text{Lit.11.1})$$

$$y = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

Dimana:

$x = \text{Sumbu } x$

$y = \text{Sumbu } y$

$A = \text{Luas penampang (mm)}$

### 3. Perhitungan gaya pada *landing gear*

Menghitung gaya motor dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$W = m \times g \quad \dots (2.3. \text{ Lit.4, Hal 9})$$

Dimana:

W = Gaya (N)

m = Massa (kg)

g = Gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)