

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landing Gear**

*Landing gear* merupakan salah satu komponen penting dalam struktur pesawat terbang. *Landing gear* berfungsi menahan beban pesawat terbang pada saat pesawat terbang berada di darat dan menahan beban *impact* pada saat pesawat terbang melakukan pendaratan (Nofi dan Herry, 2014). Pada *landing gear* ini terdapat peran penting yaitu menahan beban *impact* saat pesawat terbang melakukan *landing*. Selain itu fungsi *landing gear* ialah menahan beban saat pesawat di darat, menyerap energi kinetik yang terjadi sehubungan dengan kecepatan jatuh dan merubah gerakan terbang menjadi gerakan gelinding saat menghentikan pesawat dalam posisi *landing*.

*Landing gear* punya banyak jenis dalam kajian desain dan kegunaannya. Jenis-jenis *landing gear* tersebut adalah *landing gear conventional*, *bicycle landing gear*, *tricycle landing gear*, *single main landing gear*, *quadricycle landing gear*, dan *multi bogey landing gear*. Dapat juga kita ketahui 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*).

Pesawat yang jenis *retractable landing gear* ini butuh perawatan khusus yang dapat menyita waktu yang banyak dan sangat perlu diperhatikan dengan teliti. Kondisi landasan yang tak mulus dan berat pesawat yang sering mendekati batas maksimal dapat menyebabkan beban kerja *landing gear* tinggi sehingga perlu mendapat perhatian lebih sebelum dan sesudah penerbangan. Berdasarkan kurun waktu tertentu (*cycle and hours*) inspeksi khusus dapat dilakukan.

Untuk menggerakkan roda jadi keluar dan masuk (*extend and retract*) bekerja dengan baik tidak hanya bersumber dari satu tenaga, tetapi tiga atau lebih

sumber tenaga yang berasal dari sumber tenaga mekanik, elektrik dan hidrolik.

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* pesawat DC-9

Sumber: Pesawat DC-9 Hangar 2 GMF Aeroasia

Berikut beberapa poin utama fungsi *landing gear*:

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

Dalam rangka untuk memungkinkan landing gear agar dapat beroperasi secara efektif, berikut merupakan syarat-syarat desain yang telah ditetapkan:

1. Persyaratan jarak tanah
2. Persyaratan kemudi
3. Persyaratan putaran lepas landas
4. Persyaratan pencegahan *overturn* (jungkir balik)
5. Persyaratan *touch-down* (kontak dengan tanah)
6. Persyaratan mendarat
7. Persyaratan pembebanan
8. Keutuhan struktur pesawat
9. Murah
10. Ringan
11. Mampu dirawat
12. Mampu dibuat

Penjelasan secara lebih rinci mengenai syarat desain ditambah hubungan antara syarat dan parameter *landing gear* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Hubungan antara syarat desain *landing gear* dan parameternya

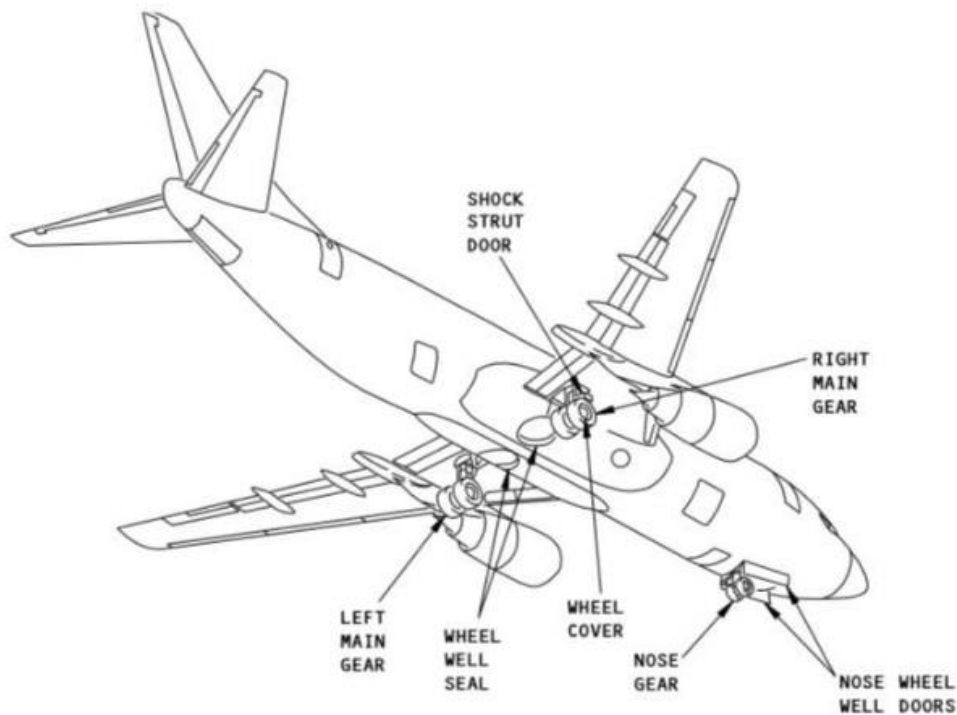
No	Syarat dan kendala	Penjelasan	Parameter yang Mempengaruhi
1	Jarak tanah	Jarak sayap, badan, dan mesin terhadap tanah mesti masuk akal	Tinggi
2	Pengendalian (kemudi)	Beban pada roda depan harus Dibatasi	$Wheel\ base, X_n$ hingga $X_{cg}$
3	Putaran lepas landas	Pesawat harus mampu berputar di sekitar roda utama dengan tingkat sudut yang diinginkan	Tinggi, $X_m$ hingga $X_{cg}$
4	Jarak rotasi lepas landas	Badan belakang dan ekor pesawat selama putaran lepas landas tidak boleh tertabrak	Tinggi, Roda dasar

5	Pencegahan <i>tip back/forward</i>	Mencegah benturan belakang pada ekor selama lepas landas, mencegah benturan depan selama pemuatan penumpang	Tinggi
6	Pencegahan <i>Overtorn</i>	Sudut lateral harus sedemikian rupa sehingga untuk mencegah jungkir balik ketika berjalan	<i>Wheel track</i>
7	<i>Touch-down</i>	<i>Shock Absorber</i> harus menyerap dan meringankan beban dinamis	<i>Shock absorber</i> , Ban
8	Mendarat	Kecepatan pendaratan mesti nol sebelum akhir landas	<i>Brake (Rem)</i>
9	Pembebanan	Ban dan <i>strut</i> mesti bisa berfungsi terhadap pembebanan statis dan dinamis	<i>Strut</i>
10	Keutuhan struktur	Defleksi struktur sayap di tengah karena berat pesawat harus minimal	<i>Wheel track</i>
11	Keseimbangan lateral tanah	Pesawat tidak boleh terguling akibat tiupan angin	<i>Wheel track</i> , Tinggi

Meskipun *landing gear* merupakan komponen yang penting selama lepas landas dan mendarat, *landing gear* adalah bobot mati saat penerbangan. Jadi perlu *landing gear* ini untuk ditarik kedalam badan pesawat agar dapat mengurangi *drag* sehingga tak mengganggu kecepatan dan kestabilan pesawat.

## 2.2 Prinsip Kerja Landing Gear

Pengoperasian *landing gear* pada saat lever digerakkan ke posisi *up* setelah *take off*, maka *landing gear* akan *retract* (masuk) ke dalam *fuselage* (*wheel well*). Sebaliknya jika lever digerakkan ke posisi *down* pada saat *landing*, maka *landing gear* akan *extent* (keluar). Di cockpit terdapat indikasi lampu yang menunjukkan posisi dari *landing gear*. Indikasi lampu hijau menunjukkan *landing gear* turun dan terkunci. Indikasi lampu merah menunjukkan indikasi pada posisi *transisi/landing gear*. Ada perbedaan antara *landing gear* itu sendiri dengan *handle* dalam keadaan darurat. Jika terjadi kegagalan pada *hydraulic power system A*, maka *landing gear* bisa digerakkan secara manual, yaitu “*T*” *handle* (*nose, left and right landing gear*) yang terdapat di lantai cockpit yang digerakkan satu persatu.



**Gambar 2. 2** Landing gear pesawat B-737

Sumber: AMM Boeing 737-345 ATA 32

Berikut tabel lampu indikasi *landing gear* :

**Tabel 2.2** 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 in-transit dari ( <i>up</i> ke <i>down</i> atau <i>down</i> ke <i>up</i> ) - Lever turun dan gear tidak turun dan terkunci - Lever tidak turun dan gear tidak Naik
4	Semua lampu <i>off</i>	- Posisi <i>landing gear</i> naik dan pintu tertutup juga terkunci

### 2.3 Karakteristik *Landing Gear*

*Landing gear* pesawat Boeing 737 secara umum adalah tipe *tricycle landing gear air/oil shock strut*. Pada *landing gear extension* dan *retraction* menggunakan *hydraulic power*, tetapi dalam keadaan *emergency/darurat*, *landing gear* dapat dioperasikan *extension* secara manual dengan menggunakan “T” *handle cable control* yang terdapat di lantai *cockpit*.

Pada *main landing gear* dilengkapi dengan *brake*. Pada masing-masing *main landing gear*, *brake* juga digerakkan secara manual maupun secara otomatis dan dilengkapi dengan *anti skid system* yang digunakan untuk menambah dan memaksimalkan pengereman.

Indikasi *landing gear control* yang terdapat di *cockpit*, terdiri dari :

- 1) *Landing gear selector lever and indicator light*.
- 2) *Nose gear steering control wheel*.
- 3) *Anti skid control switch and inoperative indicator*.
- 4) *Auto brake control switch and distram indicator*.

Sedangkan untuk *nose landing gear* digunakan pada saat di darat yang berguna pada saat *taxi* dan *take off*.

## 2.4 Jenis-jenis *Landing Gear*

Langkah awal pada proses desain *landing gear* merupakan memilih konfigurasi *landing gear*. Fungsi dari *landing gear* dapat terlaksana melalui penerapan berbagai konfigurasi landing gear atau jenis *landing gear* tersebut. Ada enam jenis *landing gear* secara umum yaitu sebagai berikut :

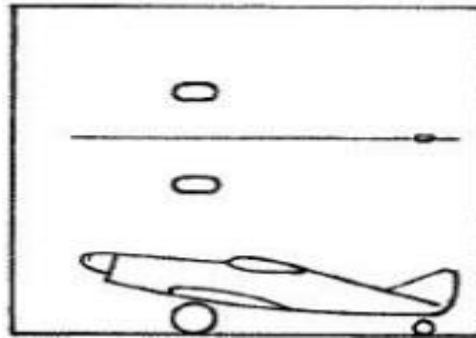
1. *Tail Gear (Conventional)*
2. *Tricycle or Nose Gear*
3. *Bicycle*
4. *Single Main*
5. *Quadricycle*
6. *Multi-bogey*

### 2.4.1 *Tail Gear (Conventional)*

*Tail-gear landing gear* memiliki dua roda utama di depan pusat gravitasi pesawat dan sebuah roda kecil dibawah ekor pesawat. Roda di depan pusat gravitasi pesawat sangat dekat dengan pusat tersebut (jika dibandingkan dengan roda belakang) dan mengangkat banyak berat pesawat dan bebannya, sehingga disebut juga dengan roda utama. Dua gear utama memiliki jarak yang sama terhadap pusat gravitasi dan mengangkat beban yang sama juga. Roda belakang jauh terhadap pusat gravitasi dan juga mengangkat beban yang lebih kecil sehingga disebut juga sebagai gear pembantu. Bagian beban total yang diangkat oleh *gear* utama adalah sekitar 80-90%, sehingga *gear* ekor hanya mengangkut sekitar 10-20%.

Konfigurasi *landing gear* ini disebut juga dengan *landing gear* konvensional karena merupakan *landing gear utama* sejak 50 tahun pertama sejarah penerbangan. Sekarang ini hanya sekitar 10% pesawat yang diproduksi dengan menggunakan *tail-gear*. Dalam rangka untuk mengurangi drag, pada beberapa pesawat menggunakan sebuah *skid* (pelat rata vertikal) daripada roda ekor. Landing gear seperti itu disebut juga dengan *tail-dragger*. Pesawat dengan menggunakan *tail-gear* ini stabil di tanah. Namun, secara umum tidak stabil apabila sedang berbelok. Jenis roda pendaratan *Tail-gear landing gear*

ditunjukkan pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3** *Conventional Landing Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

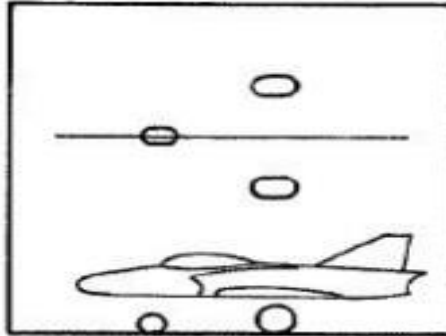
#### 2.4.2 *Tricycle or Nose Gear*

*Tricycle* adalah konfigurasi *landing gear* yang paling banyak digunakan. Roda belakang sangat dekat dengan pusat gravitasi pesawat (dibandingkan dengan *gear* depan) dan mengangkat sebagian besar beban dan berat pesawat, sehingga disebut dengan roda utama. Kedua *gear* utama berada pada jarak yang sama dari pusat gravitasi dalam sumbu x maupun sumbu y, dan keduanya mengangkat jumlah beban yang sama. *Gear* depan jauh dari pusat gravitasi (dibandingkan dengan *gear* utama), sehingga hanya mengangkat beban yang kecil. Bagian beban yang diangkat oleh *gear* utama adalah 80 – 90 % dari total beban, sehingga geardepan hanya mengangkat beban sekitar 10 – 20 % saja. Konfigurasi ini kadang – kadang disebut juga dengan *nose-gear*.

Kebanyakan pesawat penumpang yang besar dan beberapa pesawat militer menggunakan dua roda pada *gear* depan untuk meningkatkan keamanan selama *take-off* dan *landing*. Namun apabila jumlah roda meningkat, biaya produksi, operasi, dan perawatan juga akan meningkat, sedangkan keselamatan ditingkatkan. Selain itu, karena jumlah roda yang meningkat, daerah luas roda depan akan berkurang, sehingga kinerja pesawat meningkat terutama saat *take-off*. Alasan lain untuk memiliki beberapa roda adalah untuk menyesuaikan volume total roda agar mencocokkannya dengan ukuran geometri sayap atau badan pesawat. Biasanya, apabila berat pesawat adalah antara 70000 lb – 200000 lb, maka digunakan dua roda depan. Untuk pesawat yang lebih berat lagi bebannya



(seperti 840000 lb) digunakan empat roda depan untuk membagi beban tersebut. Jenis roda pendaratan *Tricycle landing gear* ditunjukkan pada gambar 2.4.

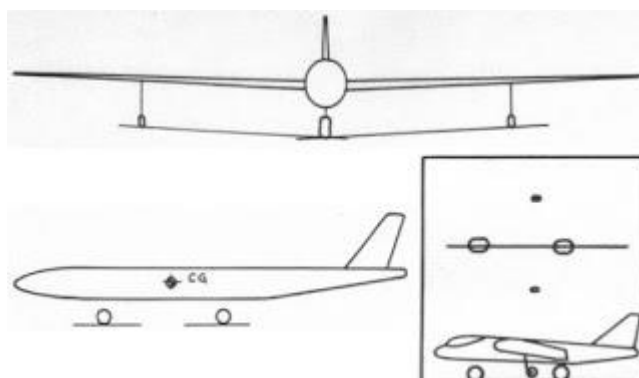


**Gambar 2. 4** *Tricycle or Nose Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

### 2.4.3 *Bicycle Landing Gear*

Seperti namanya, *bicycle landing gear* ini mempunyai dua *gear* utama, satu di belakang dan satu di depan pusat gravitasi pesawat, dimana keduanya memiliki ukuran yang sama. Untuk mencegah terjadinya jungkit ke samping, dua roda kecil sama ukuran di pasang pada sisi sayap. Jarak antara dua gear ke pusat gravitasi pesawat adalah sama, dan kedua gear tersebut mengangkat beban yang sama. *Bicycle landing gear* ini memiliki fitur yang sama dengan *single main* dan nyatanya merupakan kelanjutan dari *single main*. Konfigurasi ini tidaklah modern diantara desainer pesawat dikarenakan ketidakstabilan pada saat di tanah. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah murah bagi pesawat dengan badan yang kecil dan konfigurasi sayap tinggi.



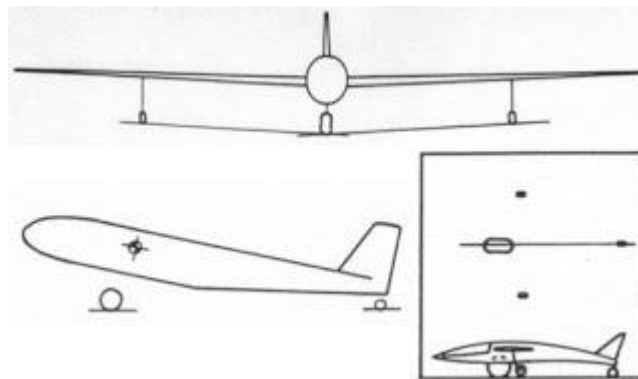
**Gambar 2. 5** *Bicycle Landing Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

#### 2.4.4 *Single Main Landing Gear*

Konfigurasi *landing gear* yang paling sederhana adalah *single main*. Ini termasuk satu gear utama yang besar yang mengangkat sebagian besar berat pesawat dan beban, ditambah satu gear yang sangat kecil didepan. Dalam hal ukuran, pastilah gear utama yang lebih besar (baik strut maupun roda) dibandingkan dengan yang sekunder. Kedua roda gigi ini terletak pada bidang simetris pesawat. *Gear* utama terletak didekat pusat gravitasi pesawat, sedangkan *gear* lainnya terletak lebih jauh. Dalam sebagian besar kasus, *gear* utama terletak di depan pusat gravitasi pesawat dan yang lainnya berada dibelakang pusat gravitasi (di bawah bagian ekor). Dalam hal dimana gear utama di belakang pusat gravitasi, *gear* sekunder biasanya ditukar menjadi *skid* dibawah badan bagian depan. Mayoritas *sailplane* menggunakan *single main landing gear* karena kesederhanaannya.

Umumnya, *single main landing gear* tidak ditarik masuk ke badan pesawat, sehingga tinggi gearnya sangatlah kecil. Sebuah pesawat dengan *single main landing gear* tidak stabil di atas tanah, sehingga pesawat akan terbalik pada satu sisi (biasanya pada ujung sayap) ketika beristirahat di atas tanah. Dengan konfigurasi seperti ini, operator harus menahan kerataan sayap ketika pesawat diam dan sebelum lepas landas. Untuk mencegah jungkit ke samping, beberapa pesawat dilengkapi dengan duagear kecil tambahan di bawah dua bagian sayap. Dalam sebuah pesawat tanpa roda tambahan, ujung sayap harus diperbaiki secara berkala, karena ujung sayap yang rusak selama setiap jungkit. Dua keuntungan dari konfigurasi ini adalah kesederhanaannya dan keringanannya. Di sisi lain, di samping ketidakstabilan tanah, kelemahan konfigurasi ini adalah lepas landas yang lebih lama dikarenakan putaran lepas landas yang terbatas. Jenis roda pendaratan *single main landing gear* ditunjukkan pada gambar 2.6.

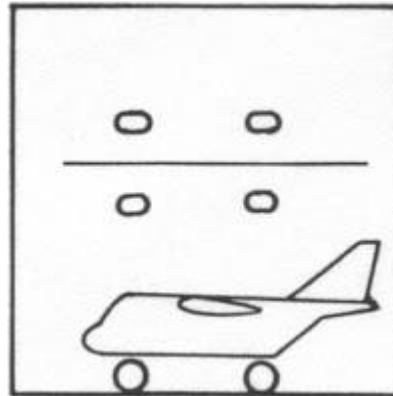


**Gambar 2. 6** *Single Main Landing Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

#### **2.4.5** *Quadricycle Landing Gear*

Seperti namanya, *landing gear quadricycle* menggunakan empat *gear*, sama seperti mobil. Dua roda pada setiap sisi dimana dua roda di depan pusat gravitasi pesawat dan dua lagi di belakang pusat gravitasi tersebut. Beban pada setiap *gear* bergantung pada jaraknya terhadap pusat gravitasi. Jika roda depan dan belakang memiliki jarak yang sama terhadap pusat gravitasi pesawat, maka mereka akan mengangkat jumlah beban yang sama. Dalam kasus ini, sangatlah susah untuk memutar pesawat saat *take-off* dan *landing*, jadi pesawat akan melakukan *take-off* dan *landing* secara lurus. Hal ini tentu menyebabkan pesawat dengan konfigurasi ini memakan waktu yang lebih lama untuk *take-off* jika dibandingkan dengan konfigurasi *tricycle*. Fitur konfigurasi ini memungkinkan pesawat untuk memiliki jarak yang lebih dekat dengan tanah, sehingga memudahkan proses pemuatan dan penurunan penumpang. Konfigurasi *landing gear quadricycle* biasanya digunakan pada pesawat kargo yang sangat berat ataupun pesawat bomber. Pesawat dengan konfigurasi ini juga memiliki kelebihan yakni kestabilannya di tanah dan selama *taxi*. Jenis roda pendaratan *quadricycle landing gear* ditunjukkan pada gambar 2.7.

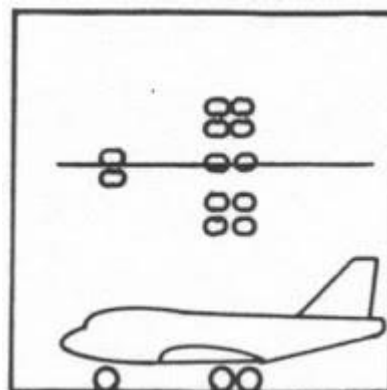


**Gambar 2. 7** *Quadricycle Landing Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

#### **2.4.6 Multi-Bogey Landing Gear**

Semakin berat pesawat, jumlah *gear* yang dibutuhkan semakin meningkat. Suatu konfigurasi *landing gear* dengan beberapa *gear* lebih dari empat roda juga meningkatkan performa *take-off* dan keselamatan *landing*. Ketika beberapa roda digunakan bersama – sama, mereka akan melekat pada suatu komponen struktural yang disebut sebagai “*bogey*” yang terhubung ke ujung strut (topangan). Pesawat dengan *landing gear multi-bogey* ini sangat stabil pada tanah dan selama taxi. Dari berbagai pengaturan landing gear, *multi-bogey* ini adalah yang paling mahal dan paling kompleks dalam manufakturnya. Ketika berat pesawat lebih dari 200000 lb, digunakan beberapa *bogey* masing – masing beroda 4 – 6. Jenis roda pendaratan *Multi-bogey* ditunjukkan pada gambar 2.8.



**Gambar 2. 8** *Multi-Bogey Landing Gear*

Sumber: researchgate.net, 2017

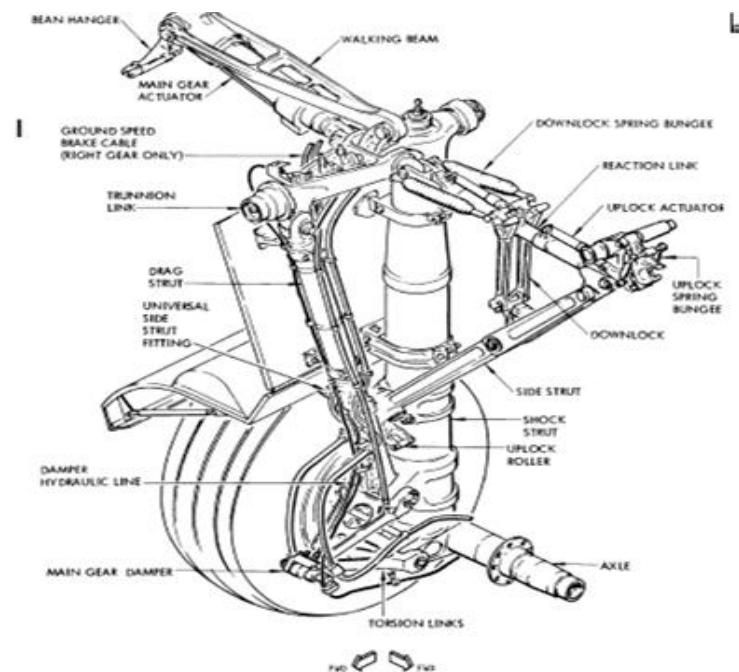
## 2.5 Fungsi dan Komponen *Landing Gear*

### 2.5.1 *Main Gear*

*Main gear* berfungsi untuk mendukung *fuselage*. Di gunakan air/oil shock strut untuk menahan tekanan pada saat landing dan menahan getaran pada saat taxi.

Main gear terdiri dari :

- 1) *Shock strut.*
- 2) *Drag strut.*
- 3) *Side strut.*
- 4) *Trunnion link.*
- 5) *Reaction link.*
- 6) *Torsion link.*
- 7) *Main gear door.*

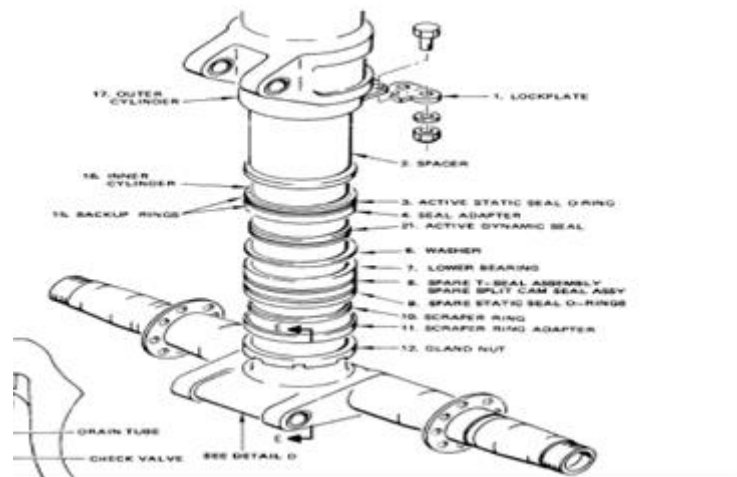


**Gambar 2. 9** *Main Gear Component Location*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.1.1 Shock Strut

*Shock strut* sebagai pendukung utama dari landing gear. *Shock strut* terdiri dari *outer cylinder*, *inner cylinder*, *orifinse support tube*, *snubber valve* dan *metering pin*.



**Gambar 2. 10** Main Gear Shock Strut

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.1.2 Drag Strut

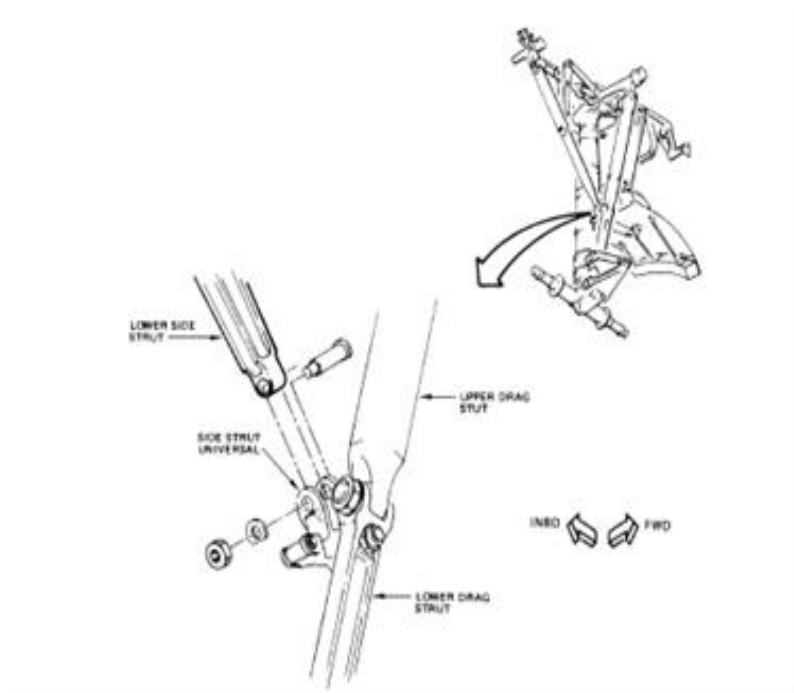
*Drag strut* sebagai pengimbang shock strut untuk arah ke depan dan belakang. *Drag strut* terdiri dari *upper drag strut* dan *lower drag strut*.

### 2.5.1.3 Trunnion Link

*Trunnion link* digunakan sebagai pegangan kearah depan pada saat *gear retraction*. Beban *landing gear* diteruskan dari *drag strut* menuju *trunnion link* ke struktur pesawat terbang. *Trunnion link* terpasang antara *shock strut* dan *wing rear spar*.

### 2.5.1.4 Side Strut

*Side strut* untuk memberikan lateral support ke *shock strut*. *Side strut* terdiri dari *upper* dan *lower segment*, terpasang pada *wing center*.

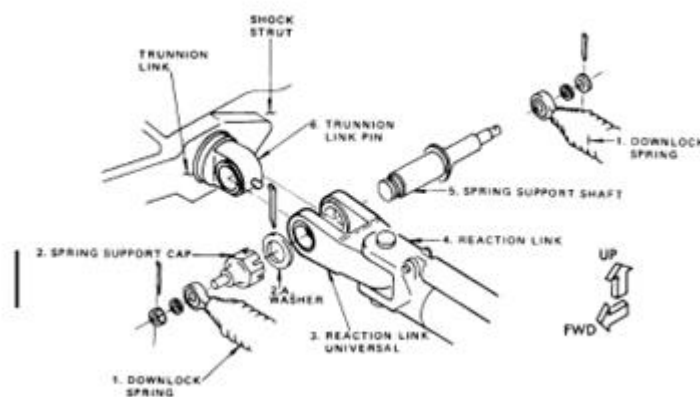


**Gambar 2. 11** *Side Strut*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.1.5 *Reaction Link*

*Reaction link* meneruskan beberapa beban tekan pada landing gear ke atas dari *shock strut*.

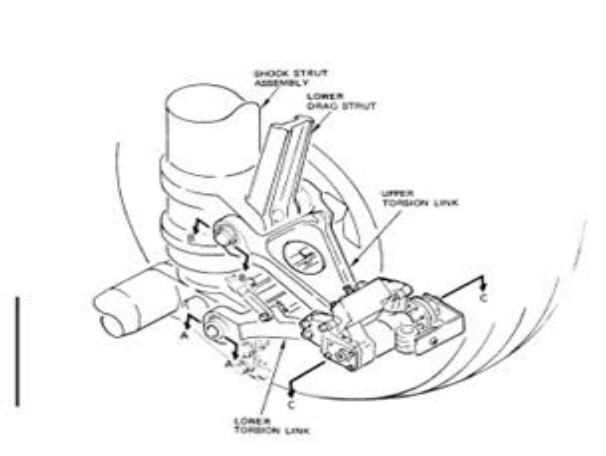


**Gambar 2. 12** *Reaction Link*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.1.6 Torsion Link

*Torsion link* mencegah putaran antara *inner shock strut* dengan *outer cylinder* tanpa efek samping selama operasi normal. *Torsion link* terdiri dari *upper* dan *lower*.

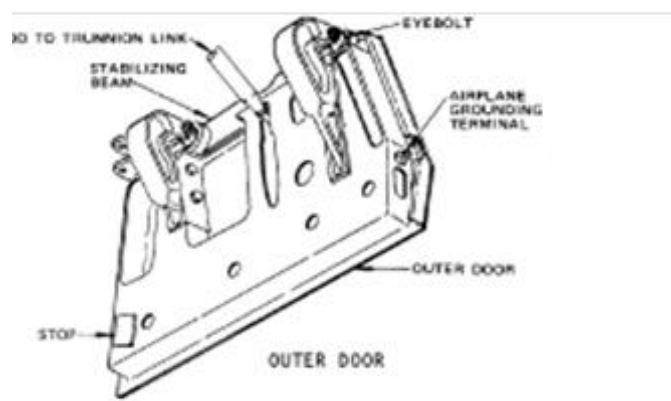


**Gambar 2. 13** *Torsion Link*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.1.7 Main Gear Door

*Main gear door* terpasang *close* (menempel) pada *shock strut* dan *drag strut* pada saat *gear retract* yang mana terpasang pada *shock strut*. *Shock strut* terdiri dari *outer door*, *center door* dan *inner door*. *Outer door* akan menutup wing. *Center door* menempel dengan *clamp* pada *shock strut* dan *drag strut*. Sedangkan *inner door* terpasang ke *center door*.



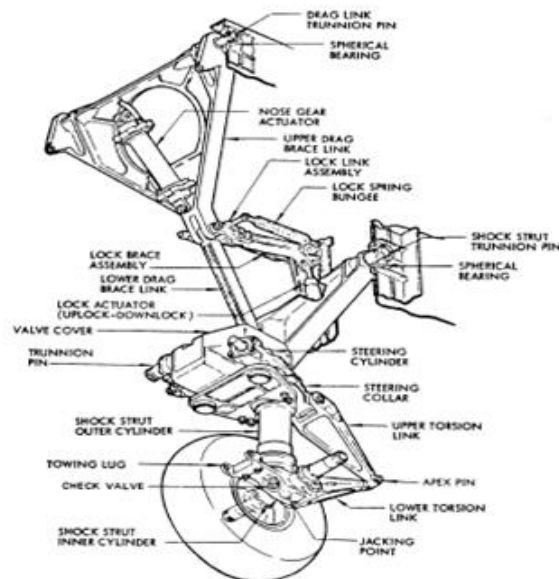
**Gambar 2. 14** *Main Gear Door*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32



### 2.5.2 Nose Gear

Pada *nose gear* terdapat *nose wheel steering* yang berguna untuk kontrol arah ketika pesawat terbang *taxi* di darat. *Nose wheel steering* ini terdapat di sebelah kiri *captain pilot* yang dapat membelokkan pesawat terbang dengan sudut  $78^\circ$  ke kiri dan ke kanan. *Nose wheel steering system* dapat juga dioperasikan dengan menggunakan *rudder pedal* ketika pesawat terbang berada di darat. *Rudder pedal* dapat membelokkan pesawat terbang dengan sudut  $7^\circ$  ke kiri dan ke kanan dari center. *Nose gear* terdiri dari *drag brace*, *shock strut*, *torsion link*, *hydraulic nose gear actuator* dan *hydraulic lock actuator*.

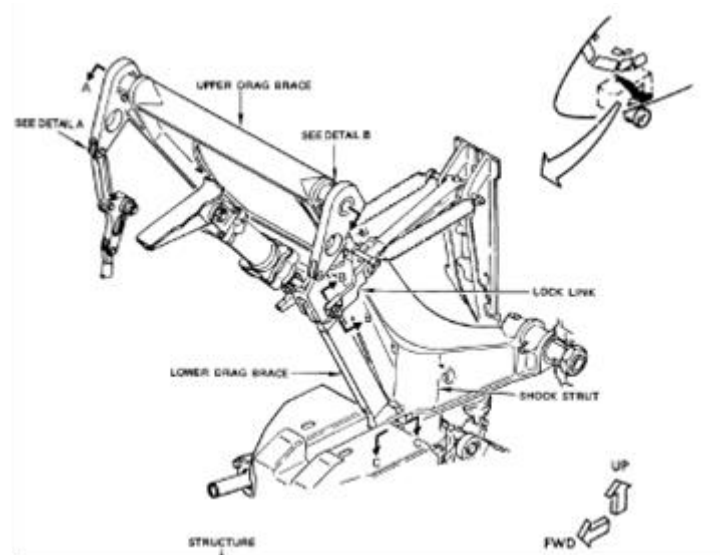


**Gambar 2. 15** *Nose Gear Component Location*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

#### 2.5.2.1 Drag Brace

*Drag brace* berhubungan dengan *lock mechanical* menahan nose landing gear pada saat up/down dan posisi lock. *Drag brace* terdiri dari *upper* dan *lower link*.

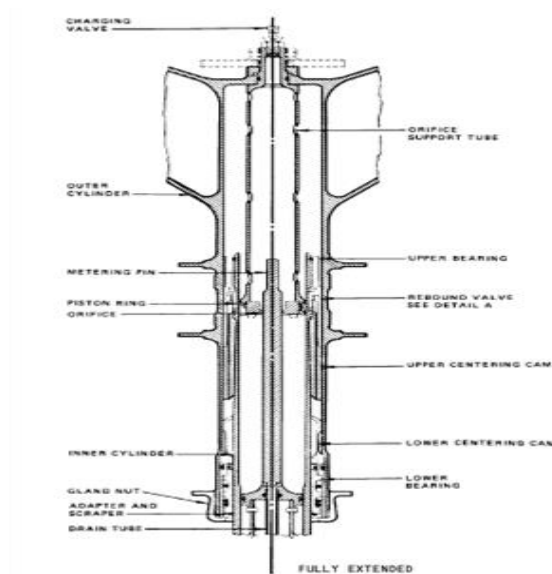


**Gambar 2. 16** Drag Line

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.2.2 Shock Strut

*Shock strut* merupakan penyangga utama dari *nose* yang berisi fluida dan diisi dengan *dry nitrogen* untuk menyerap beban pada saat *take off* dan *landing*. *Shock strut* terdiri dari *inner dan outer cylinder*, *matering pin assembly*, *upper dan lower orifice assembly*, dan *upper dan lower centering cam assembly*.

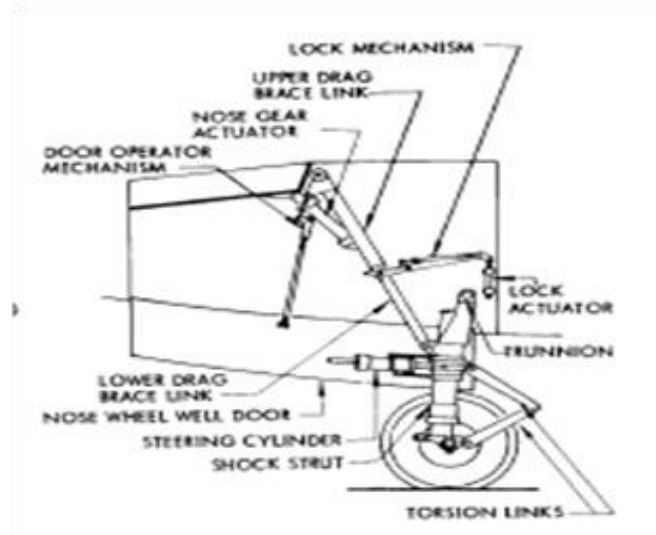


**Gambar 2. 17** Nose Gear Shock Strut

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.2.3 Torsion Link

*Torsion link* menahan rotasi (perputaran antara inner dan outer cylinder), kecuali pada saat *steering*.

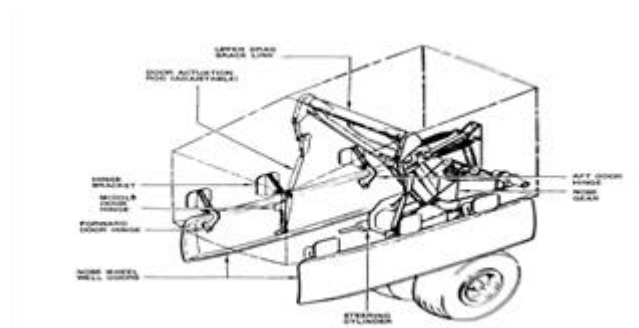


**Gambar 2. 18** *Nose Gear Torsion Link*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

### 2.5.2.4 Nose Gear Door

*Nose gear door* mempunyai dua pintu samping kiri dan kanan yang akan menutup pada saat *retract*. *Nose gear door* dipasang dengan menggunakan *hinge* (*engsel*) pada *nose wheel well side wall*. Pintu dapat membuka dan menutup karena terhubung dengan *crank* dan *rods* yang terhubung dengan lug pada *trunnion*.



**Gambar 2. 19** *Nose Gear Wheel Well Door*

Sumber: AMM Boeing 737 Classic ATA 32

## 2.6 Arduino Uno

Arduino uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler Atmega328. IC (+Integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, tombol reset dan tegangan operasi dari 7-12V.



**Gambar 2. 20** Arduino Uno

Sumber: [ilearning.me](http://ilearning.me), 2020

Arduino uno memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler lain. Selain bersifat open source arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya. Selain itu dalam board arduino sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan dalam memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

## 2.7 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 kontroller sebagai otaknya. Berikut merupakan gambar sensor jarak ultrasonik.



**Gambar 2. 21** Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber: elangsakti.com, 2015

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.

### 2.7.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mempunyai frekuensi 40 khz dan banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Sensor jarak ini menggunakan sonar (gelombang ultrasonik) untuk menentukan jarak dari benda yang berada di depannya.

Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Strukturnya sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz–400 KHz diberikan pada plat logam. Sehingga struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau

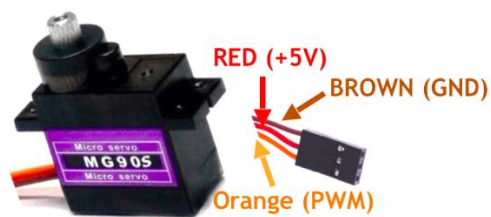
menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek piezoelectric. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar-sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya), dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan yang akan mengarah pada jalur bolak - balik dengan frekuensi yang sama.

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian Tx sampai diterima oleh rangkaian Rx, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu di hitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya.

## 2.8 Motor Servo

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 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 yang berlawanan dengan jarum jam.

Motor servo terdiri dari dua jenis yaitu motor servo standar yang hanya dapat bergerak pada rentang sudut tertentu, biasanya  $180^\circ$  atau  $270^\circ$ , dan motor servo kontinu. Pada servo standar yang dapat dikendalikan adalah posisi poros, sedangkan servo kontinu yang dikendalikan adalah kecepatan. Pengendalian dapat dilakukan dengan mengatur lebar pulsa yang diberikan. Lebar pulsa yang diperlukan antara 0 ms sampai 2ms. Pulsa harus selalu diulang setiap 20 hingga 30 ms atau frekuensi kurang lebih 50Hz.



**Gambar 2. 22** Motor Servo MG90s

Sumber: components101.com, 2019