

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pengertian Weight

Weight adalah ukuran dan daya tarik gravitasi bumi terhadap benda material. Kekuatan gravitasi berpengaruh pada massa pesawat, sedangkan beban pesawat tergantung pada beban pesawat dan jumlah muatan. Gravitasi adalah gaya tarik yang menarik semua benda ke pusat bumi. CG bisa dikatakan sebagai titik di mana semua berat pesawat terpusat. Pesawat akan seimbang dikeadaan/attitude apapun jika pesawat terbang ditahan tepat dititik CG. CG juga adalah sesuatu yang sangat penting karena posisinya sangat berpengaruh pada kestabilan sebuah pesawat terbang [3].

2.2 Pengertian Balance

Balance atau keseimbangan mengacu pada posisi CG dari sebuah pesawat. Ini merupakan hal yang terpenting bagi keamanan dan kenyamanan selama penerbangan. Yang dimaksud balance adalah titik pusat antara bagian depan (*forward*) dan belakang (*after*) pesawat dimana posisi CG harus terletak seimbang [3].

2.3 Pesawat Udara Boeing 737-300

Boeing 737 yaitu pesawat komersial bagi penerbangan jarak tidak jauh dan sederhana. Pertama kali dibuat pada tahun 1967, Boeing 737 yaitu produk Boeing yang paling laku dengan penjualan sebanyak 7000 buah. Boeing juga meraup jumlah rejeki dari pesawat ini sebab ini pesawat paling terlaris di dunia. Boeing 737-300 merupakan varian pertama dari 737 classic series. Pengguna pertamanya yaitu US air dan Southwest

Airlines. Kapasitas pesawat ini yaitu 128 dalam konfigurasi 2 kelas dan 137 dalam konfigurasi satu kelas. Sekitar 1137 Varian ini diproduksi [4].

2.4 Stabilitas Pesawat

Stabilitas pesawat atau model adalah kemampuan untuk kembali ke posisi tertentu dalam suatu penerbangan (setelah mendapat gangguan atau kondisi yang tidak normal). Pesawat atau model dapat menjadi stabil dalam keadaan tertentu dan tidak karena kondisi lainnya. Sebagai contoh suatu pesawat dapat stabil dalam keadaan terbang normal, tetapi menjadi tidak stabil dalam keadaan posisi terbang terbalik, demikian sebaliknya. Seringkali terjadi kerancuan antara stabilitas dengan keseimbangan atau trim. Pengujian keseimbangan dan trim dilakukan agar pesawat dapat mencapai kondisi yang stabil yang berhubungan erat dengan faktor keselamatan. Keseimbangan adalah hal yang paling penting, dan harus yang diperiksa pertama kali. Untuk model yang telah dipublikasikan atau model yang telah dijual dalam bentuk kit, biasanya titik keseimbangan ini diberi tanda dengan CG [4].

Cara yang paling mudah dan umum dilakukan untuk menguji keseimbangan adalah dengan memberi tanda pada bagian bawah kedua ujung sayap yang segaris dengan titik berat juga pada bagian depan dan belakang dari badan pesawat, kemudian angkat pesawat pada titik-titik tersebut dengan ujung jari. Apabila keseimbangan model berada pada posisi horizontal, berarti titik keseimbangannya benar. Apabila tidak, maka harus ditambahkan beban atau yang populer dengan ballast di bagian depan atau ekor suatu model. Hal ini memiliki akurasi yang baik untuk berbagai tujuan, khususnya untuk model yang memiliki karakteristik perbedaan yang kecil dalam keseimbangan dan tidak merupakan hal yang kritis serta memiliki kondisi stabilitas yang dapat diatur. Untuk

model yang memiliki ukuran yang lebih besar dan kebutuhan keseimbangan yang tinggi, hal tersebut tidak dapat diterapkan. Perlu diingat juga bahwa pengujian keseimbangan harus dilakukan untuk model dalam keadaan lengkap (semua bagian terpasang) dan siap terbang, walaupun bahan bakar tidak termasuk yang dihitung dalam model yang menggunakan mesin. Paling tidak keadaan ini memenuhi persyaratan dan memberikan gambaran seutuhnya mengenai keseimbangan. Umumnya model yang telah dibuat, posisi sayap dan horizontal stabilizer harus dicek. Saat ini kebanyakan model menggunakan pandangan untuk menentukan apakah posisi sayap dan stabilo membentuk sudut siku dengan badan pesawat, dianjurkan untuk menggunakan peralatan sebenarnya yang presisi dalam menentukan posisi tersebut.

Sebagai contoh dapat digunakan jarum pentul dan benang. Jarum tersebut diletakkan di bagian depan dan belakang. Kemudian ditarik benang dari pin bagian depan ke ujung kanan dan kiri stabilo. Untuk sayap, ditarik benang dari pin belakang ke ujung sayap kiri dan kanan. Melihat dari pesawat bagian belakang juga salah satu cara yang cukup efektif untuk menguji keseluruhan proses. Untuk memperbaiki kesalahan pada sayap, badan dan bagian ekor yang tidak benar, maka yang pertama kali yang dilakukan mencari titik yang salah. Pada kenyataannya apabila terjadi kesalahan kecil pada sayap terhadap badan maka hal yang termudah adalah menyesuaikan posisi stabilo.

Pengujian terbang dan trim dilakukan agar suatu model dapat terbang mulus dan aman. Penyesuaian yang baik dari seluruh komponen pesawat di gunakan untuk mencapai hasil yang terbaik dari kinerja pesawat model, khususnya model yang dirancang untuk berprestasi tinggi. Hal ini membutuhkan perhatian khusus, pengalaman yang baik dan know-how tentang model yang dibuat.

2.5 Prinsip-Prinsip Berat dan Keseimbangan

Setelah mengetahui definisi mengenai berat dan keseimbangan, maka beberapa prinsip-prinsip mengenai berat dan keseimbangan sebagai berikut :

1. Prinsip-Prinsip Berat

Kekuatan daya angkut pesawat dijalankan oleh airfoil yang menghasilkan kekuatan agar pesawat tetap berada di udara. Airfoil hanya menyediakan kekuatan daya angkat terbatas yang digunakan untuk menahan gravitasi. Oleh karena itu, penambahan beban pesawat sebaiknya dihindari. Beban pesawat tergantung pada berat pesawat dan jumlah muatan.

2. Pengaruh Berat

Pada Segala bentuk muatan yang menyebabkan tambahnya total weight adalah suatu hal yang harus dihindari selama penerbangan. Bagaimanapun, pilot tidak bisa menghindari penambahan beban atau berat pada pesawat. Contoh : bahan bakar pesawat walaupun menambah beban tetapi dibutuhkan. Berat total pesawat berubah sesuai dengan muatan yang ada, seperti penumpang, bahan bakar, atau kargo. Jika tidak diawasi, pesawat dapat kelebihan beban dan dapat mengakibatkan pesawat tidak dapat beroperasi sebagai alat transportasi secara efisien dan menguntungkan.

Muatan yang berlebihan akan mengurangi tingkat efisiensi pesawat, baik dari ketinggian terbangnya, tingkat manuver, kemampuan mendaki pesawat, bahkan akan mempengaruhi kecepatan pesawat tersebut.

3. Berat Standar Bagi Penumpang dan Awak Pesawat

a. Dewasa (*Adults*), Dengan Kode AD

Seseorang dikategorikan sebagai penumpang dewasa jika telah berumur 12 tahun. Berat rata-rata untuk penumpang dewasa adalah 154 lbs atau setara

dengan 70 kg. Sedangkan untuk Garuda sendiri berat rata-rata untuk penumpang dewasa adalah 77 kg, hal ini diambil dari rata-rata untuk berat penumpang domestik dan internasional dan berdasarkan buku load sheet system [5].

b. Anak-Anak (*Children*), Dengan Kode CHD

Seorang penumpang dikategorikan sebagai anak-anak jika berumur antara 2-11 tahun dan beratnya 77 lbs atau setara dengan 35 kg.

c. Bayi (*Infans*), Dengan Kode INF

Pada *Mi-Lock Pulley* dapat digunakan pada pegas rem jenis ini menawarkan keamanan operasional yang tinggi untuk semua aplikasi, melindungi personil, mesin dan peralatan, dapat diandalkan untuk pengereman yang mendadak atau fungsinya menahan pada mesin yang tiba-tiba mati atau karena kegagalan daya.

4. Akibat-Akibat dari *Over Weight* (Kelebihan Beban)

Ada beberapa hal yang dapat ditimbulkan oleh kondisi pesawat yang over weight atau over load antara lain :

- a. *Lowered Structural Safety* (mengurangi keamanan struktural).
- b. *Reduced Manuverability* (mengurangi tingkat manuver).
- c. *Increased Take Off Run* (memperpanjang jalur untuk lepas landas).
- d. *Lowered Angle And Rate Of Climb* (mengurangi sudut dan tinggi kecepatan pesawat di udara).
- e. *Lowered Ceiling* (ketinggian terbang yang rendah)
- f. *Increased Fuel Consumption* (meningkatkan penggunaan bahan bakar)
- g. *Overstressed Tires* (tekanan ban yang berlebihan)

2.6 Pengaruh Perubahan Berat Pada Pesawat

Hal yang perlu diperhatikan pada beban yang terdapat pada pesawat udara bukanlah hanya tentang kelebihan muatan, akan tetapi yang paling penting adalah pendistribusian beratnya. Karena pesawat udara mempunyai batas CG, dan apabila penempatan bebannya diluar batas CG pesawat udara tersebut maka akan sangat mengganggu terhadap kendali dari pesawat udara itu [5].

2.7 Cara Mengatur Distribusi Berat Pada Pesawat

Titik keseimbangan atau CG dapat diubah dengan memindahkan bobot menjadi lebih dekat atau lebih jauh dari titik tumpu, atau dengan menambah atau mengurangi bobot. Sebagai contoh apabila CG terlalu jauh ke depan, penumpang atau bagasi dapat dipindahkan dari depan ke belakang. Jika CG terlalu jauh di belakang, penumpang atau bagasi dapat dipindahkan dari belakang ke depan, dan beban bahan bakar harus seimbang secara lateral [6].

2.8 Jenis Kondisi Berat Pada Pesawat Udara

Dalam dunia penerbangan terdapat beberapa jenis kondisi berat pesawat udara yang umum dipakai, hal ini bertujuan untuk mengetahui berat pesawat tersebut pada kondisi tertentu. Diantaranya adalah *standard empty weight* yaitu berat standar dari sebuah pesawat udara, yang sudah termasuk unusable fuel, fluida yang dibutuhkan selama pengoperasian, dan oil engine dalam keadaan terisi penuh. Kemudian *basic empty weight* yaitu *standard empty weight* ditambah dengan berat peralatan tambahan. Lalu *operating weight empty* adalah berat dasar pesawat terbang, termasuk di dalamnya crew dan peralatan pesawat terbang, tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang.

Zero fuel weight adalah berat maksimum yang diizinkan dari sebuah pesawat udara (penumpang, kru pesawat, cargo, dll.) Akan tetapi dengan berat bahan bakar nol atau tanpa bahan bakar. Selanjutnya *maximum landing weight* yaitu berat maksimum dari pesawat udara yang disetujui untuk melakukan *landing touchdown*. Lalu *maximum take off weight* adalah berat maksimum yang diizinkan sebuah pesawat untuk melakukan prosedur tinggal landas (take off), atau berat setinggi-tingginya yang diizinkan bagi pesawat udara untuk bertolak sebagaimana tercantum dalam sertifikat tipe (type certificate) pesawat udara yang bersangkutan [7].

2.9 Pengaruh Ketidakseimbangan

Keseimbangan yang tidak sesuai akan mempengaruhi kemampuan terbang suatu pesawat. Ada dua hal penting yang dapat mempengaruhi pesawat yang berada dalam kondisi tidak seimbang, yaitu berkurangnya stabilitas dan pengendalian terhadap pesawat. Ketidakseimbangan muatan dalam pesawat dapat menjadi suatu hal yang tidak mudah untuk dikendalikan selama operasi penerbangan berlangsung karena terjadinya perubahan posisi CG terhadap gaya angkat.

Ketika berat pesawat condong ke bagian depan pesawat, maka posisi CG akan bergeser ke depan, sehingga dampak yang akan terjadi dari pergeseran ini adalah :

- a. *Increased fuel consumption and power settings* (meningkatkan penggunaan bahan bakar dan energi pesawat).
- b. *Decreased stability* (berkurangnya stabilitas pesawat).
- c. *Dangerous spin characteristics* (membahayakan karakter berputarnya pesawat).
- d. *Increased oscillation tendency* (meningkatkan goyangan atau getaran

terhadap pesawat).

- e. *Increased tendency to dive, especially with power off* (meningkatkan kecenderungan untuk menukik).
- f. *Increased difficulty in raising the nose of the airplane when landing*(meningkatkan kesulitan dalam menaikkan hidung pesawat ketika mendarat).
- g. *Increased stresses on the nose wheel* (meningkatkan tekanan terhadap roda depan pesawat).

Sebaliknya, ketika berat pesawat condong ke bagian belakang pesawat, maka dampak yang akan terjadi dari pergeseran ini adalah :

- a. *Inceased danger of stall* (menimbulkan bahaya dalam penerbangan).
- b. *Dangerous spin characteristics* (membahayakan karakter berputarnya pesawat)
- c. *Poor stability* (berkurangnya stabilitas pesawat).
- d. *Decreased flying speed and range* (berkurangnya kecepatan dan jarak penerbangan).
- e. *Poor landing characteristics* (berkurangnya karakteristik pendaratan pesawat) [8].

2.10 Center of Gravity Pesawat Udara

CG adalah titik pusat kesetimbangan pesawat udara yang berpengaruh terhadap kestabilan pesawat udara. Untuk dapat menentukan letak dari CG tersebut yaitu dilakukan dengan pelaksanaan berat dan keseimbangan. Pendistribusian berat yang tidak tepat pada pesawat udara dapat menyebabkan penurunan efisiensi dan kinerja pesawat

udara dari sudut pandang ketinggian, kemampuan manuver, laju pendakian, dan kecepatan. Bahkan bisa menjadi penyebab kegagalan untuk menyelesaikan penerbangan atau kegagalan untuk memulai penerbangan, karena menyebabkan penempatan distribusi tekanan yang tidak normal pada struktur pesawat udara, atau karena perubahan karakteristik terbang pesawat udara tersebut [8].

2.11 Penentuan Letak Center of Gravity

Untuk menentukan besarnya posisi CG maka langkah yang harus dilakukan adalah mencari besarnya Balance Arm pada bagian-bagian pesawat. Dengan menggunakan persamaan [8].

$$BA = \frac{\text{Total Weight}}{\text{Total Moment}} \quad (1)$$

Setelah CG semua sumbu diketahui langkah selanjutnya adalah mencari nilai index CG pada %MAC dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$CG \%MAC = \frac{(BA - 625.6) \times 100}{134.5} \quad (2)$$

