

## **BAB II**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Pengertian Flight Control**

Seiring berkembangnya teknologi dalam dunia penerbangan dan perancang pesawat belajar lebih banyak tentang aerodinamika, industri ini menghasilkan pesawat yang lebih besar dan lebih cepat. Oleh karena itu, gaya aerodinamik yang bekerja pada permukaan kontrol meningkat secara eksponensial. Untuk membuat kekuatan kontrol yang dibutuhkan oleh pilot dapat dikendalikan, engineer pesawat merancang sistem yang lebih kompleks. Pada awalnya, desain hidromekanis, yang terdiri dari sirkuit mekanik dan sirkuit hidrolik, digunakan untuk mengurangi kompleksitas, berat, dan keterbatasan sistem kontrol penerbangan mekanis.

Ketika pesawat menjadi lebih canggih, permukaan kontrol digerakkan oleh motor listrik, komputer digital, atau kabel serat optik. Disebut "fly-by-wire," sistem kontrol penerbangan ini menggantikan koneksi fisik antara kontrol pilot dan permukaan kontrol penerbangan dengan listrik. Selain itu, di beberapa pesawat besar dan cepat, kontrol didorong oleh sistem yang digerakkan secara hidrolik atau elektrik. Dalam fly-by-wire dan kontrol yang ditingkatkan, nuansa reaksi kontrol diumpankan kembali ke pilot dengan cara disimulasikan.

*Flight control* pesawat terbang terdiri dari *primary flight control* dan *secondary flight control*. Aileron, Elevator (atau stabilisator), dan rudder merupakan *primary flight control* dan berfungsi untuk mengontrol pesawat terbang dengan aman ketika

terbang. Flaps, leading edge devices, spoilers, dan trim merupakan *secondary flight control* dan berfungsi untuk menambah kinerja karakteristik pesawat terbang atau meringankan pilot ketika kekuatan kontrol berlebihan.

### **2.1.1 Primary Flight Controls**

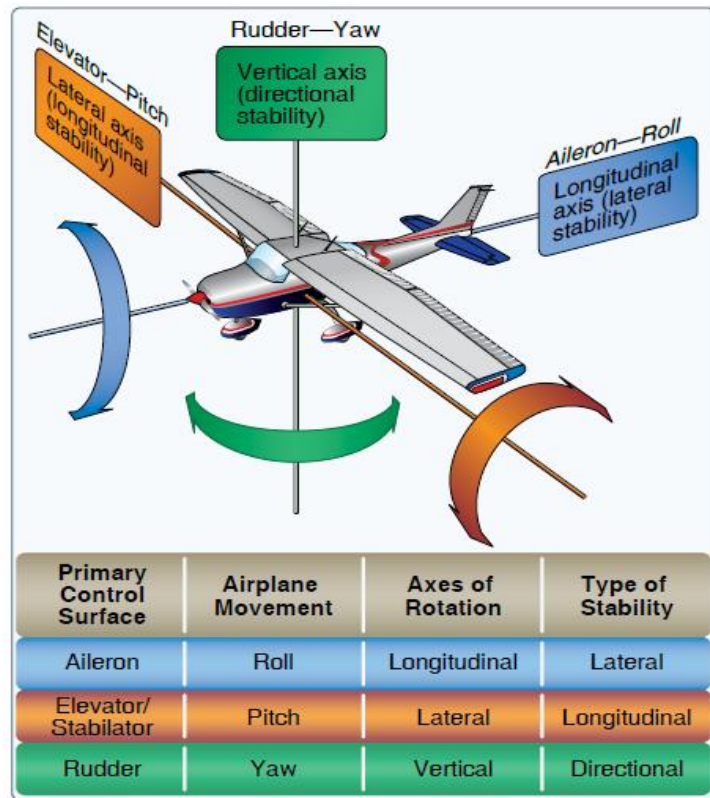
*Control systems* pesawat terbang didesain untuk memberikan respon yang memadai untuk mengontrol input dengan memberikan rasa yang natural. Pada kecepatan rendah, *control stick* atau *control column* biasanya memberikan rasa yang lembut dan lamban, dan pesawat terbang merespon dengan lambat. Pada kecepatan tinggi, *control stick* atau *control column* bertambah keras dan pesawat terbang merespon dengan cepat.

Pergerakan dari ketiga *flight control surface* primer (aileron, elevator atau stabilisator, atau rudder), mengubah aliran udara dan pembagian tekanan di sekitar *airfoil*. Perubahan ini memengaruhi gaya angkat (*lift*) dan *drag* yang dihasilkan oleh kombinasi *airfoil/control surface*, dan memungkinkan seorang pilot untuk mengendalikan pesawat terbang pada ketiga sumbu rotasinya.

Desain fitur membatasi jumlah defleksi *flight control surfaces*. Contohnya, *control-stop mechanisms* mungkin diaplikasikan pada *flight control linkages*, atau pergerakan *control column* dan/atau pedal rudder mungkin dibatasi. Tujuan dari pembatasan ini adalah untuk mengantisipasi pilot dari kontrol pesawat terbang berlebihan ketika keadaan manuver normal.

Desain pesawat terbang sebagaimana mestinya adalah stabil dan mudah dikontrol ketika manuver normal. Input *control surface* menyebabkan pergerakan pada tiga

sumbu rotasi. Macam-macam stabilitas pesawat terbang juga berhubungan dengan ketiga sumbu rotasi.



Gambar 2.1 Kontrol, pergerakan, sumbu rotasi, dan tipe stabilitas pesawat terbang

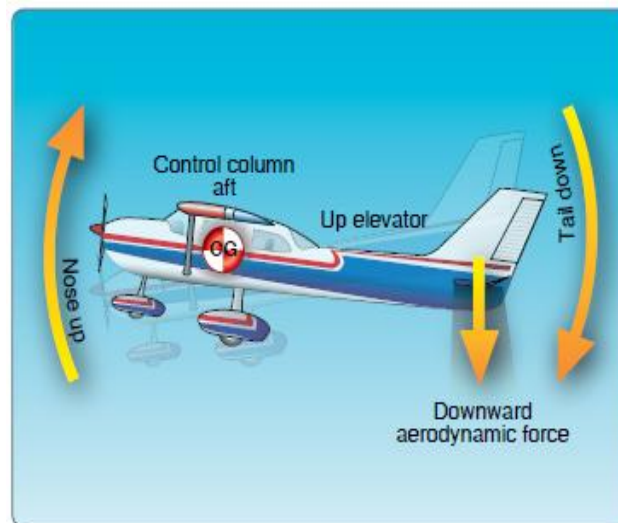
### 2.1.1.1 Aileron

Aileron mengendalikan *roll* pada sumbu longitudinal. Aileron melekat pada sebelah luar *trailing edge* dari setiap *wing* dan bergerak pada arah yang berlawanan satu sama lain. Aileron dihubungkan menggunakan kabel, *bellcrank*, katrol, dan/atau *push-pull tubes* ke *control wheel* atau *control stick*.

Menggerakkan *control wheel* atau *control stick* ke kanan menyebabkan aileron kanan naik dan aileron kiri turun. Naiknya aileron kanan mengurangi *camber* yang berdampak pada berkurangnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kanan. Turunnya aileron kiri menambah *camber* yang berdampak pada naiknya gaya angkat (*lift*) pada sayap kiri. Demikian sehingga bertambahnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kiri dan berkurangnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kanan menyebabkan pesawat *roll* ke kanan.

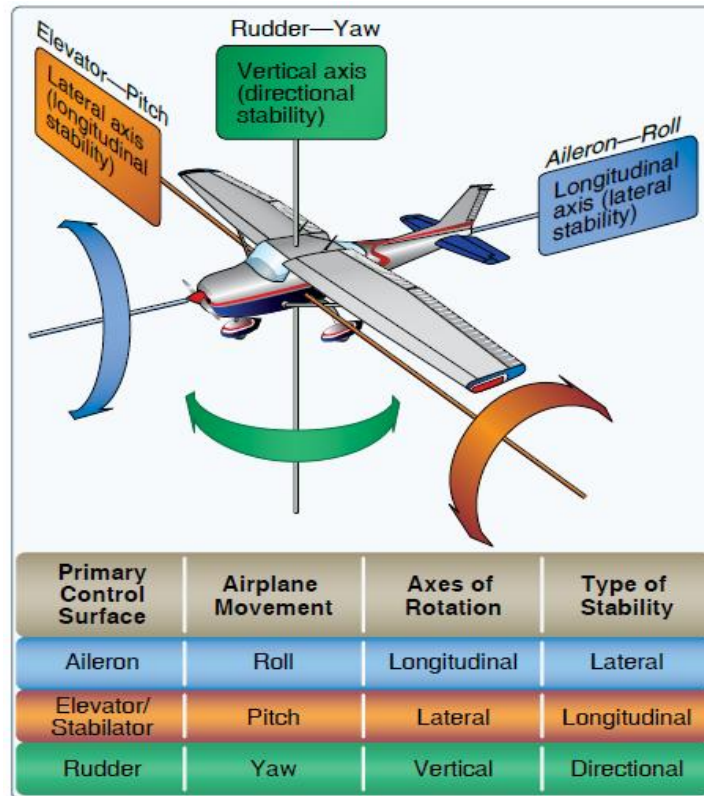
#### 2.1.1.2 Elevator

Elevator mengendalikan *pitch* pada sumbu lateral. Elevator dihubungkan ke *control column* di kokpit dengan cara mekanik. Gerakan menarik *control column* ke



Gambar 2.2 Elevator adalah kontrol primer untuk mengubah pitch pesawat belakang menyebabkan *trailing edge* elevator naik ke atas. Keadaan ini disebut *up-elevator position*. Hal ini bisa dilihat pada gambar 2.2 *Up-elevator position*

mengurangi *camber* dari elevator dan menyebabkan gaya aerodinamis ke bawah, yang mana lebih besar daripada gaya normal saat *tail-down* pada penerbangan ketika *straight* dan *level*. Hal itu menyebabkan *tail* pesawat turun dan *nose* pesawat naik. Kekuatan dari momen *pitching* ditentukan dari jarak antara CG dan *horizontal tail surface*, maupun oleh keefektifan aerodinamis dari *horizontal tail surface*. Mendorong *control column* ke depan mempunyai efek yang berlawanan. Dalam hal ini, elevator *camber* bertambah, menambah gaya angkat/ *lift* (gaya *tail-down* berkurang) pada horztab/ elevator. Hal ini menggerakkan *tail* pesawat ke atas dan *nose* pesawat ke bawah. Momen *pitching* terjadi pada CG.



Gambar 3. 1 Kontrol, pergerakan, sumbu rotasi, dan tipe stabilitas pesawat terbang

Seperti yang telah disebutkan di awal, kestabilan, tenaga, gaya dorong, dan posisi *horizontal tail surfaces* di *empennage* adalah factor keefektifan elevator mengendalikan *pitch*. Contohnya, *horizontal tail surfaces* mungkin diletakkan dekat dengan bagian bawah *vertical stabilizer*, pada bagian tengah, atau atas seperti pada desain pesawat T-tail

### 3.2.1.1 Aileron

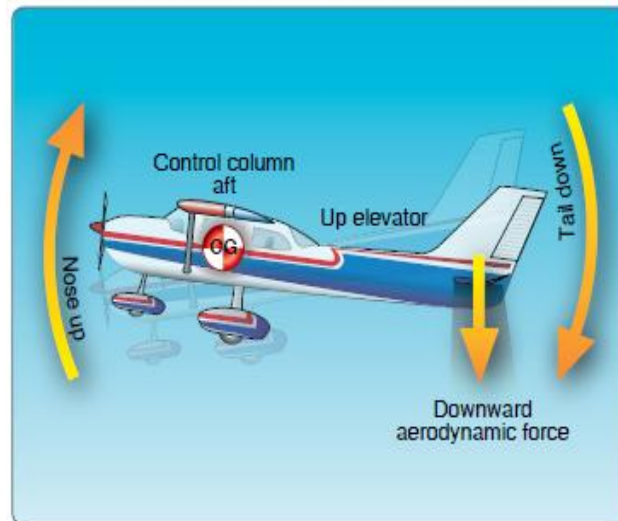
Aileron mengendalikan *roll* pada sumbu longitudinal. Aileron melekat pada sebelah luar *trailing edge* dari setiap *wing* dan bergerak pada arah yang berlawanan satu sama lain. Aileron dihubungkan menggunakan kabel, *bellcrank*, katrol, dan/atau *push-pull tubes* ke *control wheel* atau *control stick*.



Menggerakkan *control wheel* atau *control stick* ke kanan menyebabkan aileron kanan naik dan aileron kiri turun. Naiknya aileron kanan mengurangi *camber* yang berdampak pada berkurangnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kanan. Turunnya aileron kiri menambah *camber* yang berdampak pada naiknya gaya angkat (*lift*) pada sayap kiri. Demikian sehingga bertambahnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kiri dan berkurangnya gaya angkat (*lift*) pada sayap kanan menyebabkan pesawat *roll* ke kanan.

### **3.2.1.2 Elevator**

Elevator mengendalikan *pitch* pada sumbu lateral. Elevator dihubungkan ke *control column* di kokpit dengan cara mekanik. Gerakan menarik *control column* ke



Gambar 3. 2 Elevator adalah kontrol primer untuk mengubah *pitch* pesawat belakang menyebabkan *trailing edge* elevator naik ke atas. Keadaan ini disebut *up-elevator position*. Hal ini bisa dilihat pada gambar 3.2

*Up-elevator position* mengurangi *camber* dari elevator dan menyebabkan gaya aerodinamis ke bawah, yang mana lebih besar daripada gaya normal saat *tail-down* pada penerbangan ketika *straight* dan *level*. Hal itu menyebabkan *tail* pesawat turun dan *nose* pesawat naik. Kekuatan dari momen *pitching* ditentukan dari jarak antara CG dan *horizontal tail surface*, maupun oleh keefektifan aerodinamis dari *horizontal tail surface*. Mendorong *control column* ke depan mempunyai efek yang berlawanan. Dalam hal ini, elevator *camber* bertambah, menambah gaya angkat/ *lift* (gaya *tail-down* berkurang) pada horztab/ elevator. Hal ini menggerakkan *tail* pesawat ke atas dan *nose* pesawat ke bawah. Momen *pitching* terjadi pada CG.



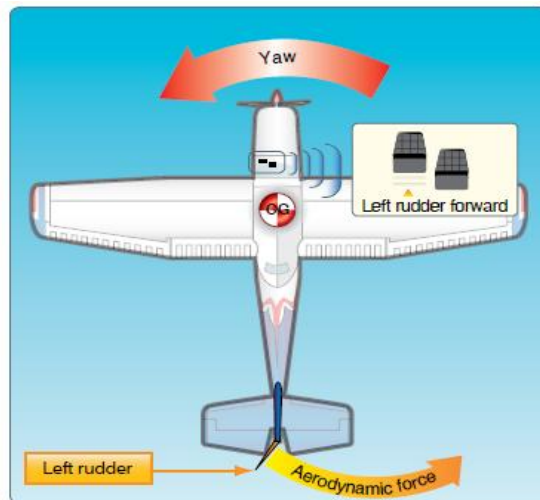
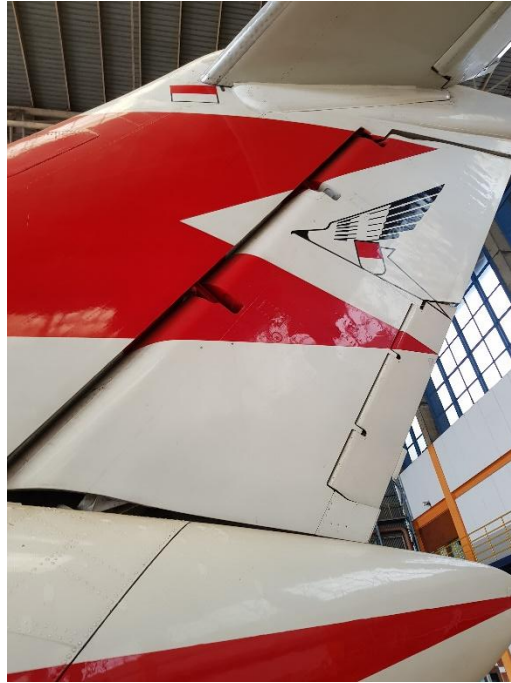


Seperti yang telah disebutkan di awal, kestabilan, tenaga, gaya dorong, dan posisi *horizontal tail surfaces* di *empennage* adalah factor keefektifan elevator mengendalikan *pitch*. Contohnya, *horizontal tail surfaces* mungkin diletakkan dekat dengan bagian bawah *vertical stabilizer*, pada bagian tengah, atau atas seperti pada desain pesawat T-tail.

### **3.2.1.3 Rudder**

Rudder mengendalikan pergerakan *yaw* pesawat pada sumbu vertikal. Seperti *primary flight control surfaces* lainnya, rudder dapat digerakkan dan tertempel pada bagian yang tidak dapat digerakkan atau *fixed*, dalam hal ini *vertical stabilizer* atau

*fin.* Rudder dikendalikan oleh pedal kanan atau kiri.



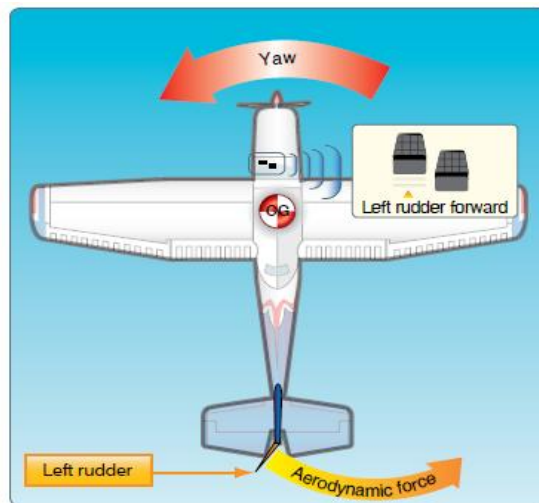
Gambar 3. 3 Pengaruh menekan pedal kiri

Dengan menekan pedal kiri, rudder bergerak ke kiri. Hal ini mengubah aliran udara di sekitar *vertical stabilizer/* rudder dan menciptakan *sideward lift* yang menggerakkan *tail* ke kanan dan *nose* pesawat ke kiri. Keefektifan rudder bertambah

ketika kecepatan bertambah; maka dari itu, sudut defleksi rudder yang besar pada kecepatan rendah dan sudut defleksi rudder yang kecil pada kecepatan tinggi dibutuhkan untuk reaksi yang diinginkan.

### 2.1.1.3 Rudder

Rudder mengendalikan pergerakan *yaw* pesawat pada sumbu vertikal. Seperti *primary flight control surfaces* lainnya, rudder dapat digerakkan dan tertempel pada bagian yang tidak dapat digerakkan atau *fixed*, dalam hal ini *vertical stabilizer* atau *fin*. Rudder dikendalikan oleh pedal kanan atau kiri.



Gambar 3. 4 Pengaruh menekan pedal kiri

Dengan menekan pedal kiri, rudder bergerak ke kiri. Hal ini mengubah aliran udara di sekitar *vertical stabilizer/* rudder dan menciptakan *sideward lift* yang menggerakkan *tail* ke kanan dan *nose* pesawat ke kiri. Keefektifan rudder bertambah ketika kecepatan bertambah; maka dari itu, sudut defleksi rudder yang besar pada kecepatan rendah dan sudut defleksi rudder yang kecil pada kecepatan tinggi dibutuhkan untuk reaksi yang diinginkan.