

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Unmanned Area Vehicle*

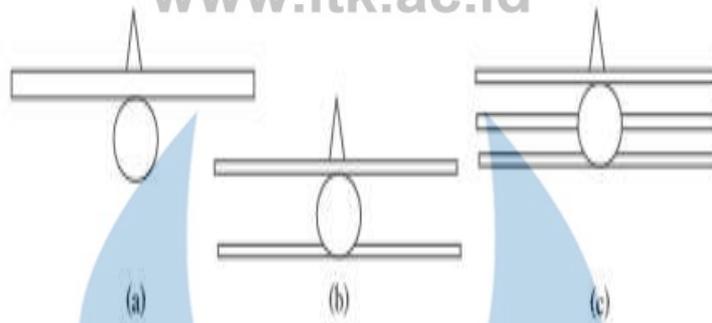
Unmanned Aerial Vehicle pesawat tanpa awak (*drone*) yang bentuk dan fungsi berbeda dan dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan sistem kendali *remote control*. UAV adalah mesin terbang yang digunakan kendali jarak jauh oleh pilot mampu bertahan terhadap kestabilannya sendiri menggunakan hukum aerodinamik untuk mengangkat badan pesawat. Pengembangan teknologi sebelumnya UAV digunakan untuk misi pemantauan dan misi pemetaan, kemudian saat ini penggunaan UAV kebanyakan dibuat atau diproduksi untuk militer (Saroingsong, 2018).

Sering dengan perkembangan teknologi kedirgantaraan fungsi UAV bukan hanya digunakan terhadap sistem pertahanan namun dapat digunakan dalam pekerjaan manusia seperti pemetaan, pengukuran lahan, penyemprot pestisida, dan beberapa jenis misi UAV lainnya. Diketahui dalam dilakukannya misi yang efektif diperlukan UAV dengan sistem pengendalian yang mudah, bahkan efek yang dihasilkan keberadaan UAV dapat mempercepat waktu pekerjaan manusia (Utomo, 2017).

2.2 Sayap

Sayap adalah salah satu komponen utama yang dimiliki oleh sebuah pesawat dalam proses penerbangan. Selanjutnya sayap terdapat peran yang sangat penting bagi pesawat yang sayap dirancang untuk terdiri dari bagian *airfoil* yang disusun jadi satu bagian sayap. Geometri sayap dapat dihasilkan gaya angkat pesawat dari beberapa jenis penggunaan *airfoil*.

Fungsi utama sayap adalah gaya angkat yang dapat diberikan dorongan dari udara memadai atau cukup. Sayap diketahui sebagai bagian pengangkat sebuah pesawat terhadap gaya angkat terjadi karena perbedaan tekanan antara permukaan bawah dan atas sayap pesawat yang terbentuk gaya angkat (H. Sadraey, 2013).

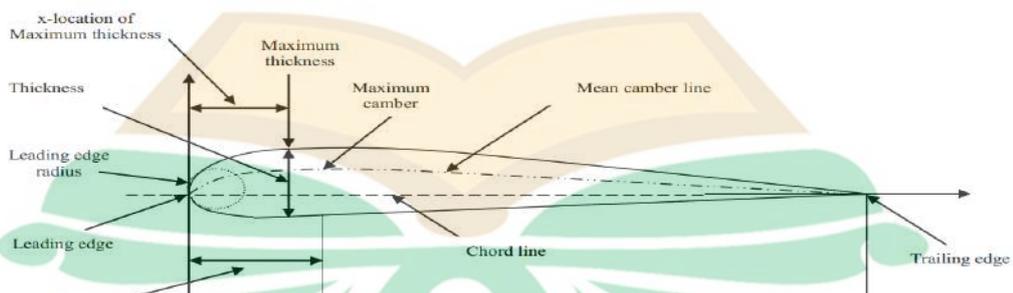


Gambar 2.1 Tiga opsi dalam jumlah sayap (tampilan depan):
(a) *Monoplane*; (B) *Biplane*; dan (c) *Tri-sayap* (H. Sadraey, 2013).

Gambar 2.1 adalah gambar jenis model sayap masing-masing pesawat yang biasanya digunakan, lalu jenis sayap pesawat berfungsi sendiri sesuai dengan misi yang akan dilakukan oleh pesawat (H. Sadraey, 2013).

2.2.1 *Airfoil*

Airfoil adalah bentuk garis yang terbentuk bidang yang sejajar dengan bidang X, Y pada bidang tersebut. *Airfoil* yaitu komponen utama yang digunakan sebagai penghasil *lift* di sayap. *Airfoil* yang sering terlihat umumnya bentuk agak tebal dan bentuk agak melengkung dibagian depan.



Gambar 2.2 Geometri *airfoil* (Teddy Nurcahyadi 2008)

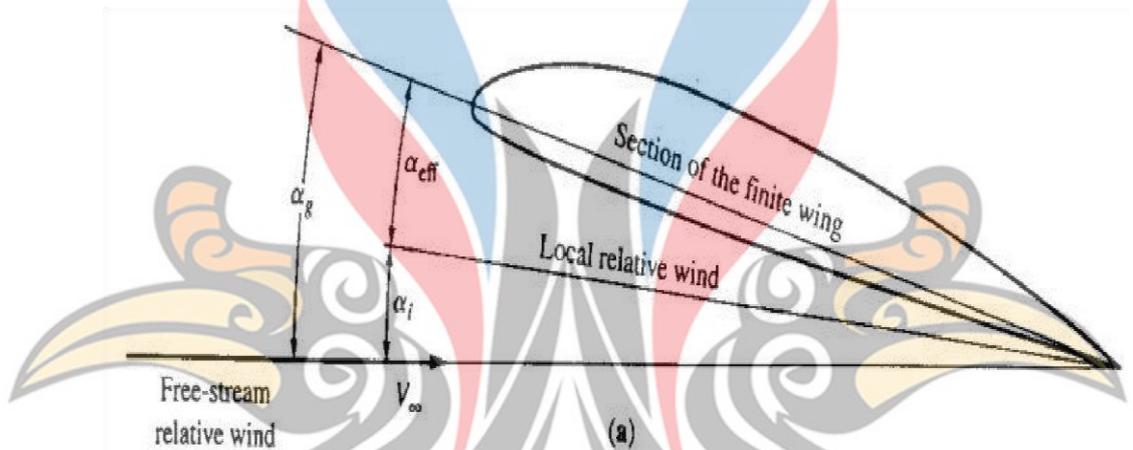
Gambar 2.2 tekanan dan distribusi gesekan pada permukaan *airfoil*, lalu bagian tersebut terbentuk gaya aerodinamik yang terjadi pada *airfoil*. Ada dua jenis gaya aerodinamik yang terbentuk pada permukaan ini iyalah momen aerodinamik

dan gaya angkat yang sama dengan angin relatif atau gaya hambat (Teddy Nurcahyadi 2008).

www.itk.ac.id

2.2.2 Sudut Serang (*Angle of Attack*)

Sudut serang adalah suatu sudut yang terbentuk dari tal busur sebuah *airfoil* dan aliran udara yang dikibatkan (*relative wind*) dengan simbol α (*alpha*). Jenis *airfoil* terdapat jenis yang bentuk yang simetris yang terbentuk sebuah sudut terhadap aliran udara. Sudut serang tersebut adalah gaya angkat (*lift*) sebesar nol ini disebut *zero angle lift* seperti yang dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut.



Gambar 2.3 Sudut Serang pada *airfoil* (Nila Husnayati, 2013)

2.3 Kestabilan

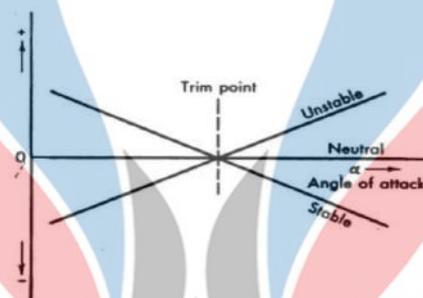
Kestabilan adalah objek yang gangguan eksternal yang dimiliki menyebabkan objek bergerak, kemudian objek kembali ke posisi semula setelah terdapat gangguan akibat kesetabilan didalam pesawat. Kestabilan terjadi pada pesawat yang perubahan dialami gaya dan momen pesawat jika terjadi gangguan dan titik balik pengembalian. Kestabilan diketahui ada 3 jenis kondisi yaitu statis stabil, netral stabil, dan netral tidak stabil.

Kestabilan pesawat dalam bermanuver adalah salah satu pengaruh utama kemampuan manuver pesawat untuk daya jelajah yang dapat ditempuh dari pesawat. Kondisi stabil pesawat ini akan merubah kontrol pesawat oleh pilot yang kestabilan terjadi perubahan dari luar akan terus dipertahankan dikondisi normal pesawat untuk kembali ke posisi semula (Kusumoaji,2017).

www.itk.ac.id

2.4 Longitudinal Static Stability

Longitudinal static stability pesawat bisa terlihat dalam kondisi pesawat cenderung bertahan di sudut serang pada pesawat yang stabil dalam bermanuver. Kondisi *longitudinal static stability* jika sudutnya dipangkas dengan diberikan nilai *zero moment* pada sudut serang ketika terjadi gangguan *pitch*. *Longitudinal static stability* dikondisi pesawat yang tidak terdapat kestabilan yang baik dalam bermanuver seringkali tidak sesuai di sudut serang. Kondisi *longitudinal static stability* dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Docmasch, 1967).



Gambar 2.4 Grafik Kondisi *static longitudinal stability* (Docmasch, 1967).

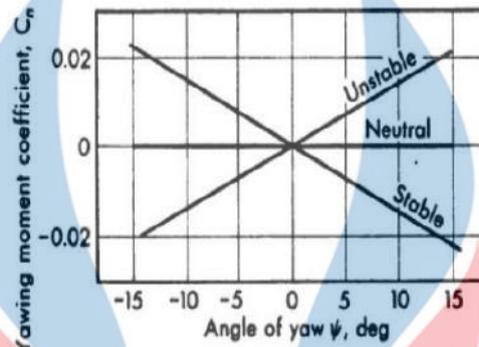
Gambar 2.4 grafik kondisi *static longitudinal stability* bahwa pada bagian sumbu AoA sebagai arah sudut serang (α) dan sumbu Y juga sebagai *moment coefficient*. Diketahui *static longitudinal stability* kondisi sebuah pesawat tidak terdapat stabilitas yang baik ketika gradien garis jadi nol atau garis terarah ke atas maka pesawat tidak stabil (Docmasch, 1967).

2.5 Lateral dan Directional Static Stability

Lateral dan *directional static stability* adalah kondisi pesawat dengan sistem awak dan tanpa awak atau kontrol jarak jauh yang dapat mempertahankan posisi seimbang terhadap pesawat tersebut. Dilakukan analisis *lateral* dan *directional static stability* untuk terbentuknya suatu pesawat terbentuk tiga gerak dasar yakni *pitch*, *roll*, dan *yaw*. Ketiga gerak terdapat di sebuah pesawat tersebut berpengaruh terhadap pengendalian sebuah pesawat dari *lateral* dan *directional static stability*.

Directional static stability nilai sangat berpengaruh dari ketiga gerakan tersebut adalah gerakan mengangguk dan menggelengkan kepala ke kiri dan ke

kanan, bahkan terhadap gerak tersebut terbentuk bagian gradien lebih ke garis negatif yang semakin stabil saat pesawat berada di udara. Garis gradien *directional static stability* lebih diarah ke positif akan terjadi pesawat tidak stabil dalam bermanuver yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Grafik *lateral* dan *directional Static Stability* (Docmasch, 1967)

Lateral static stability dimana terdapat gerakan *roll* pada pesawat. Penentuan kestabilan terdapat perbedaan nilai gaya *roll* berpengaruh karena gradien garis lebih ke arah negatif maka kestabilan lebih baik. Nilai gradien tersebut yang lebih ke arah positif akan terjadi kestabilan yang tidak baik.

Tidak dengan *longitudinal static stability* dan *directional static stability* terdapat nilai gradien lebih ke arah negatif. Gradien garis ke arah sumbu negatif terdapat pengaruh kurang baik terhadap gaya *roll* pesawat yang diakibatkan jika gaya *roll* pesawat diberikan maka pesawat akan cenderung ke arah bawah dan tidak dapat kembali ke posisi semula, namun jika pesawat dapat kembali ke posisi normal biasa disebut dengan stabil *lateral* secara statik (Docmasch, 1967).

2.6 *Center Of Gravity*

Center of gravity (COG) adalah koordinat dan pergeseran pusat gravitasi sebuah pesawat yang dipengaruhi oleh stabilitas pesawat. Perkembangan teknologi di dunia industri dan dunia penerbangan saat ini mencakup banyak hal dalam proses produksi dan desain sebelum pesawat terbang untuk dapat ditentukan apakah pesawat tersebut layak terbang atau tidak yang dapat dilihat dari hasil simulasi dengan bantuan *software* terutama dalam penentuan COG terhadap pesawat.

Menentukan COG ada beberapa metode dapat digunakan yakni dengan metode analitis dan numerik. Kedua metode ini diketahui terdapat keunggulan masing-masing sistem yang digunakan dari metode analitis dan metode numerik.

Proses analisis dilakukan dengan simulasi numerik, kemudian terdapat beberapa perbedaan yang diperoleh dari sistem yang digunakan karena dalam perkembangan teknologi saat ini. Diketahui bahwa Ada beberapa *software* yang dapat digunakan untuk simulasi ini yakni *solidwork*, *ansys*, dan *software* yang biasa digunakan dalam simulasi untuk kestabilan pesawat berawak dan pesawat tanpa awak (Ardiansyah R,2016).

Penentuan letak komponen pesawat tidaklah sulit, namun penentuan letak komponen pesawat yang berhubungan dengan COG akan berpengaruh terhadap keseimbangan pesawat dalam bermanuver. Penyebab kestabilan pesawat terletak dipenentuan letak komponen pesawat mesti harus dilakukan analisis untuk menentukan letak komponen sesuai dengan titik keseimbangannya. Sukses misi berpengaruh dipenentuan COG terhadap komponen pesawat yang sangat penting sebelum penerbangan pesawat dilakukan. Proses pembuatan pesawat dapat diketahui koordinat penempatan komponen yang baik sesuai dengan jenis pesawat tersebut (Ardiansyah R,2016).

Penempatan COG dengan sistem analitis dapat dilakukan dengan persamaan yang didapatkan dirujukan jurnal sebelumnya. Persamaan 2.1 adalah persamaan dasar untuk penentuan COG pada pesawat. Hasil dipersamaan yang diperoleh terhadap titik keseimbangan pesawat tidak hanya disatu persamaan untuk diketahui keseimbangan seperti rumus tersebut, tetapi terdapat beberapa rumus lain yang digunakan sebagai persyaratan untuk diketahui titik keseimbangan pesawat terbang. Persamaan 2.1 digunakan sebagai persamaan dasar untuk diketahui titik keseimbangan atau titik COG pada pesawat tanpa awak (Ardiansyah R,2016).

$$CG = \frac{\Sigma \text{momen}}{\Sigma \text{berat}} \quad (2.1)$$

www.itk.ac.id

2.7 Software XFLR5

Software XFLR5 adalah aplikasi yang digunakan untuk suatu variabel yang ditentukan sebuah data simulasi terhadap software XFLR5. Simulasi dapat dilakukan analisis untuk *airfoil* yang berbentuk sayap dan pesawat yang beroperasi berisi dari angka *raynold* yang rendah (Deporis, 2019).

Aplikasi XFLR5 dalam simulasi harus dibuat desai pesawat sesuai dengan ukuran yang dapat disimulasikan. Simulasi akan lakukan dan ditetapkan dinilai *viskos* dari *airfoil* yang digunakan. Selain itu XFLR5 serangkaian alat yang dibuat untuk sistem penentuan kesimpulan dalam perancangan model pesawat terbang (Depeoris, 2019).

Aplikasi XFLR5 terdapat tujuan dengan dasar sebuah persamaan yang digunakan untuk suatu aliran fluida atau titik keseimbangan sebuah pesawat dan sebagainya. Adapun dari Persamaan 2.2 digunakan sebagai persamaan dasar yang digunakan dalam simulasi terhadap software XFLR5 sebagai berikut:

$$TV = \frac{LA_{Elev} \times Area_{Elev}}{MAC_{Wing} \times Area_{Wing}} \quad (2.2)$$

LA_{Elev} = Lever Arm elevator diukur pada titik chord sayap dan elevator

MAC = Mean Aerodynamic Chord sayap utama

$Area_{Elev}$ = Area elevator utama

$Area_{Wing}$ = Area sayap utama

Mencari *momen wing*

$$q \times area_{wing} \times MAC_{wing} \times C_M = - LA_{elev} \times q \times area \times Cl_{elev} \quad (2.3)$$

Persamaan 2.3 adalah persamaan dasar menentukan *momen wing* yang digunakan dalam software XFLR5 untuk stabilitas pesawat tanpa awak. Persamaan ini digunakan untuk titik *ekuilibrium* atau titik stabilitas untuk sebuah pesawat terbang yang akan disimulasikan.

Persamaan untuk menentukan *moment coefficient* digunakan memiliki hubungan dengan persamaan dasar. Persamaan ini sering digunakan untuk

menentukan apakah kondisi stabil pada pesawat terbang sebelum diterbangkan dengan Persamaan 2.4 digunakan sebagai berikut:

www.itk.ac.id

$$C_{M_{Wing}} = \frac{L_{A_{Elev}} \times Area_{Elev}}{MAC_{Wing} \times Area_{Wing}} \quad C_{l_{Elev}} = -TV \times C_{l_{Elev}} \quad (2.4)$$

Momen pada sayap secara manual

$$M = q \times S \times MAC \times C_M \quad (2.5)$$

Persamaan 2.4 dan Persamaan 2.5 adalah persamaan untuk menentukan *moment coefficient* sebuah pesawat terbang dalam *software* XFLR5. Persamaan di atas adalah persamaan dasar yang digunakan terhadap penentuan momen sayap, untuk persamaan tersebut digunakan untuk membuktikan hasil perhitungan yang telah dilakukan dalam simulasi apakah hasil yang diperoleh berbeda jauh dari hasil perhitungan yang dilakukan secara manual dengan persamaan dasar Persamaan 2.4 dan Persamaan 2.5 di atas (Guidelines XFLR5. 2009).

Software XFLR5 terdapat banyak persamaan yang digunakan dalam simulasi. *Software* ini yang sering digunakan untuk simulasi yang berfokus pada simulasi UAV seperti analisis *X foil*, analisis sayap, atau *airfoil* untuk mengetahui *lift* dan *drag* dan sebagainya. *Software* XFLR5 bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis suatu pesawat terbang yang akan dibuat untuk hasil terbaik, lalu dapat meminimalkan terjadinya kesalahan pada pesawat yang akan dibuat (Guidelines XFLR5. 2009).

2.8 Penelitian Terdahulu

Pelaksanaan penelitian diperlukan pengkajian terhadap penelitian sebelumnya agar dapat dijadikan referensi. Data penelitian sebelumnya dapat digunakan untuk dioptimalkan. Penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi dalam rancang bangun pesawat tanpa awak ditunjukkan pada Tabel 2.1.

www.itk.ac.id

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Judul	Hasil
1	Riki Ardiansyah, Nanda Wirawan (2016),	Perhitungan letak dan pergeseran untuk menentukan pusat gravitasi pesawat lsu-03ng posisi beban dan pemberat	Pusat gravitasi pesawat terbang adalah titik pusat kesetimbangan pesawat yang berpengaruh terhadap kestabilan pesawat terbang. Untuk mendapatkan pusat gravitasi pada pesawat maka perlu didapatkan data dari pusat gravitasi dan berat dari masing-masing <i>part</i> pesawat tersebut. Berat pada pesawat terdiri dari beberapa kategori, diantaranya: <i>Empty Weight</i> (EW) yaitu berat dari <i>airframe</i> atau struktur pesawat; <i>Operation Empty Weight</i> (OEW) yaitu berat dari EW ditambah dengan <i>avionics system</i> , <i>engine</i> dan <i>blade</i> ; <i>Maximum Take Off Weight</i> (MTOW) yaitu berat OEW ditambah dengan bahan bakar dan pemberat. Agar pesawat stabil, posisi pusat gravitasi pada pesawat <i>subsonic</i> dengan konfigurasi konvensional berada di posisi 25% - 30% dari MAC (<i>Mean Aerodynamic Chord</i>) pada sumbu arah x atau <i>longitudinal axis</i> [4]. Karena pada posisi 25% - 30% MAC merupakan <i>center of lift</i> dari pesawat. Dengan menempatkan pusat gravitasi pada titik ini maka pesawat diharapkan terbang secara stabil.
2	Danartomo Kusumoaji, Arifin Rasyadi Soemaryanto, Fajar Ari Wandono, Mohacmad Adhitya (2017)	Analisis kestabilan statik matra longitudinal, matra lateral dan matra direksional pesawat lsu-05	Berikut ini adalah data data yang terkait dengan data masukan dalam analisis karakteristik aerodinamika yang berhubungan dengan kestabilan statik menggunakan <i>software</i> XFLR5. Gambar 7 dan 8 adalah gambar dari <i>airfoil</i> ekor dan sayap pesawat LSU-05. Gambarnya berupa koordinat titik dalam bidang dua dimensi yaitu koordinat (x,y). Gambar 9 dan Gambar 10 merupakan data masukan berupa geometri dari pesawat LSU-05.