

INTISARI

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) belakangan ini telah berkembang pesat dan berdampak baik pada beberapa bidang. Salah satu bidang yang terdampak, yaitu *mineral exploration*. Bidang ini memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan efisiensi survei dan akurasi data lapangan, terutama pada wilayah dengan kondisi medan yang sulit dijangkau. Untuk misi *mapping and surveillance* pada bidang *mineral exploration*, UAV yang cocok digunakan adalah UAV dengan konfigurasi *Vertical Take-off and Landing Plane* (VTOL-Plane). Hal ini menyesuaikan kondisi lapangan yang tidak memiliki *runway* yang cukup untuk melakukan *take-off*. Dengan kemampuannya yang dapat *take-off* dan *landing* secara vertikal dapat mengatasi permasalahan landasan pacu pada daerah pertambangan. Dalam menjalankan misinya, peningkatan performa aerodinamis sangat penting agar dapat melakukan pemantauan secara stabil dan mampu bermanuver secara baik. Pada kondisi wilayah tambang yang cenderung luas dengan kecepatan angin yang tinggi, kendala yang dialami adalah terkait *durability* yang berkaitan erat dengan besarnya nilai *drag* yang dihasilkan oleh UAV selama terbang. Salah satu komponen yang berpengaruh besar dalam performa ini adalah penggunaan *cantilever angle winglet* pada sayap. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengoptimalkan performa aerodinamis dari *cantilever angle winglet* dengan menambahkan *swept angle*.

Pengaruh *swept angle* pada *cantilever angle winglet* dapat dievaluasi dengan menggunakan metode *computational fluid dynamic simulation* (CFDs) pada variasi *swept angle*. Penelitian diawali dengan perancangan UAV dengan menentukan DRO. UAV dirancang memiliki MTOW 10 kg, mampu mengangkat *payload* hingga 2 kg, jangkauan maksimal 5 km², *endurance* selama 2 jam, memiliki *stall speed* 10 m/s, serta memiliki kemampuan VTOL. Setelah perancangan UAV telah dilakukan, maka diperlukan perancangan untuk geometri *cantilever angle winglet* beserta variasi *swept angle*. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan melakukan analisis numerik menggunakan metode CFD untuk mengetahui pengaruh variasi *swept angle*.

Hasil simulasi digunakan untuk memperoleh nilai *lift force*, *drag force*, *coefficient roll moment*, dan *coefficient pitch moment*. Selain itu, diperlukan juga data kontur tekanan, *streamline*, dan *vorticity* pada setiap variasi *swept angle*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *swept angle* 15° menghasilkan performa terbaik pada AoA 6°, dengan peningkatan nilai *lift*, pengurangan *drag*, serta efisiensi rasio *lift-to-drag* yang lebih tinggi dibandingkan konfigurasi lainnya. Selain itu, konfigurasi ini juga menghasilkan nilai *coefficient roll moment* yang lebih mendekati nol, yang berkontribusi pada pengurangan *roll moment* dan peningkatan stabilitas longitudinal UAV saat terbang. Hal ini membuat *swept angle* 15° menjadi pilihan optimal untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi UAV dalam misi *mineral exploration*.

Kata kunci: UAV, VTOL-Plane, CFD, *swept angle*, *cantilever angle winglet*, *mineral exploration*.

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have recently experienced rapid development, positively impacting various fields. One of the sectors benefiting from this advancement is mineral exploration, where technology is leveraged to enhance survey efficiency and data accuracy, particularly in areas with challenging terrain. For mapping and surveillance missions in mineral exploration, a UAV with a Vertical Take-off and Landing Plane (VTOL-Plane) configuration is the most suitable choice. This configuration is ideal for mining areas that lack sufficient runway space for conventional take-offs. The ability to take off and land vertically eliminates the need for extensive airstrips, making it highly effective in such environments.

In executing its mission, improving aerodynamic performance is crucial to ensure stable surveillance and efficient maneuverability. Mining areas typically have vast landscapes and high wind speeds, which pose challenges related to durability, particularly due to the drag generated during flight. One of the key components influencing aerodynamic performance is the use of a cantilever angle winglet on the wings. Therefore, this research focuses on optimizing the aerodynamic performance of the cantilever angle winglet by incorporating a swept angle design.

The effect of swept angle variations on the cantilever angle winglet is evaluated using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. The study begins with the UAV design process, determining the Design Requirements and Objectives (DRO). The UAV is designed with a Maximum Take-off Weight (MTOW) of 10 kg, a payload capacity of up to 2 kg, a maximum coverage area of 5 km², an endurance of 2 hours, a stall speed of 10 m/s, and VTOL capability. Following the UAV design, the next step involves designing the geometry of the cantilever angle winglet and its swept angle variations. The research then proceeds with numerical analysis using CFD simulations to assess the impact of different swept angle configurations.

Simulation results provide key performance indicators, including lift force, drag force, roll moment coefficient, and pitch moment coefficient. Additionally, pressure contour data, streamline flow, and vorticity distributions are analyzed for each swept angle variation. The findings indicate that a swept angle of 15° yields the best performance at an Angle of Attack (AoA) of 6°, demonstrating increased lift, reduced drag, and a higher lift-to-drag efficiency ratio compared to other configurations. Furthermore, this configuration produces a roll moment coefficient closer to zero, which contributes to minimizing roll moment and enhancing the longitudinal stability of the UAV during flight. These advantages make the 15° swept angle the optimal choice for improving UAV stability and efficiency in mineral exploration missions.

Keywords: UAV, VTOL-Plane, CFD, swept angle, cantilever angle winglet, mineral exploration.