

# MANUFAKTUR UAV FIXED WING MODEL J-1B MENGGUNAKAN MATERIAL STEROFAM DENGAN VARIASI WINGTIP DAN WINGLET

<sup>1</sup>Aldi Maha Putra, <sup>2</sup>Fery Setiawan, <sup>3</sup>Edy Sofyan

<sup>1,2,3</sup>Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan melakukan pengembangan pesawat aeromodelling dengan variasi wingtip, winglet fence dan winglet blended. Proses manufaktur melibatkan desain aerodinamis menggunakan software 3D dan pembuatan fisik dengan material polyfoam. Wing dilengkapi dengan airfoil yang dibentuk secara hati-hati, sementara komponen elektrik seperti Servo, ESC, dan motor dipasang untuk mengontrol pergerakan pesawat. Penambahan winglet dan wingtip memiliki pengaruh yang berbeda. Wingtip memberikan performa terbang yang liar saat manuver dan lebih hemat baterai untuk penerbangan jarak dekat dengan aksi menarik. Winglet blended meningkatkan efisiensi aerodinamika dan mengurangi turbulensi pada terbang jarak jauh, namun kurang efektif pada jarak pendek. Winglet fence memiliki performa mirip dengan Winglet Blended, tetapi dengan konsumsi baterai yang lebih rendah. Pemilihan jenis ujung Wing yang tepat tergantung pada jarak penerbangan, tujuan terbang, dan kebutuhan spesifik pesawat atau UAV. Penelitian ini memberikan wawasan bagi penggemar pesawat aeromodelling dalam memilih jenis ujung wing yang sesuai dengan kebutuhan terbang dan efisiensi baterai yang diinginkan.

**Kata Kunci:** Aeromodelling, Wingtip, Winglet Fence, Winglet Blended.

## Abstract

This research aims to develop an aeromodelling aircraft with variations in wingtip, winglet fence, and blended winglets. The manufacturing process involves aerodynamic design using 3D software and physical fabrication using polyfoam material. The wing is equipped with carefully shaped airfoils, while electrical components such as Servo, ESC, and motor are installed to control the aircraft's movements. The addition of winglets and wingtips has different effects. The wingtip provides agile flying performance during maneuvers and is more battery-efficient for short-distance flights with exciting actions. Blended winglets improve aerodynamic efficiency and reduce turbulence during long-distance flights, but they are less effective for short distances. Winglet fences perform similarly to Blended Winglets but with lower battery consumption. The choice of the appropriate type of wingtip depends on the flight distance, flying objectives, and specific needs of the aircraft or UAV. This research provides insights for aeromodelling enthusiasts in selecting the appropriate wingtip type based on their flying requirements and desired battery efficiency.

**Keywords:** Aeromodelling, Wingtip, Winglet Fence, Winglet Blended.


## Pendahuluan

Aeromodelling merupakan kegiatan menggunakan model pesawat terbang miniatur untuk tujuan rekreasi, edukasi, dan olahraga. Olahraga ini termasuk cabang olahraga dirgantara yang tergabung dalam Persatuan Olahraga Dirgantara (PORDIRGA) di bawah naungan Federasi Aero Sport Indonesia (FASI). Aeromodelling semakin populer di Indonesia dan telah membentuk berbagai komunitas. Olahraga ini dapat dinikmati oleh berbagai kalangan usia. Selain sebagai hobi dan sarana bersenang-senang, Aeromodelling juga dapat menjadi sarana belajar dan mengembangkan ilmu pengetahuan serta mencapai prestasi di bidang dirgantara. Di Indonesia, olahraga ini semakin berkembang dan dapat dilihat dari banyaknya event pertandingan yang diadakan. Informasi terkait Aeromodelling dapat diakses melalui website pribadi. Untuk memperkenalkan olahraga ini, aplikasi multimedia interaktif dapat menjadi pilihan media yang menarik (Caesar, 2019).

Salah satu komponen pada pesawat yang dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah *winglet*. *Winglet* merupakan suatu komponen yang terletak pada ujung sayap pesawat atau *wingtip*. Fungsinya

<sup>1</sup>Email Address: [180202075@students.sttkd.ac.id](mailto:180202075@students.sttkd.ac.id)

Received 8 Agustus 2023, Available Online 30 Desember 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.877>

adalah memperlambat pertemuan antara udara bertekanan tinggi di bawah sayap dengan udara yang bertekanan lebih rendah di atas sayap. Dengan demikian, putaran udara atau vortex yang dihasilkan oleh *wingtip* lebih kecil, sehingga gaya hambat yang dialami oleh pesawat lebih rendah dan konsumsi bahan bakar lebih irit. Bentuk dan jenis *winglet* bervariasi sesuai dengan jenis dan keperluan pesawat itu sendiri (Maulana, 2022).

Dalam penelitian ini, hasil yang diperoleh bahwa penggunaan *winglet* pada sayap pesawat dapat menghasilkan penurunan induced drag sebesar 6,66%. Induced drag merupakan komponen dari total drag yang dihasilkan oleh sayap pesawat saat menghasilkan gaya angkat. Dengan adanya penurunan induced drag ini, pesawat dapat mengalami peningkatan efisiensi aerodinamis yang signifikan. Selain itu, penggunaan *winglet* juga memberikan manfaat dalam penghematan bahan bakar. Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan *winglet* dapat menghemat bahan bakar hingga 8%. Penghematan ini terjadi karena *winglet* membantu mengurangi hambatan aerodinamis yang dihasilkan oleh ujung sayap, mengoptimalkan aliran udara di sekitar sayap, dan mengurangi pembentukan ujung vortex yang dapat meningkatkan drag. Dengan demikian, *winglet* telah terbukti menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan performa aerodinamis pesawat dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan desain pesawat yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Maulana, 2022).

Penggunaan *winglet* sangat penting karena dapat membantu menghemat bahan bakar dan meningkatkan efisiensi pesawat. Menurut jurnal "*Winglet Aerodynamics: A Review*" yang ditulis oleh A. Chattopadhyay dan A. R. Chowdhury, penggunaan *winglet* dapat mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 5-6% pada pesawat komersial. Selain itu, penggunaan *winglet* juga dapat meningkatkan stabilitas dan pengendalian pesawat pada saat terbang, sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan. Oleh karena itu, para penggemar *Aeromodelling* dan desainer pesawat terus mengembangkan dan mengoptimalkan penggunaan *winglet* pada model pesawat miniatur mereka (Chattopadhyay, 2016).

### **Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis**

penelitian yang dilakukan Fahriza M tahun 2022 adalah data yang di dapatkan yaitu mengetahui reaksi *wing* melalui simulasi stress, displacement dan strain yang dihasilkan. Berdasarkan data hasil simulasi, maka dapat diketahui bahwa stress maksimal yang terjadi pada *wing* Boeing 737-500 tanpa pemasangan *winglet* adalah terletak pada titik pemasangan engine. Pada *wing* dengan pemasangan *winglet*, dapat diketahui bahwa titik stress terbesar tidak jauh berbeda dibandingkan *wing* tanpa *winglet*.

Menurut Sorimin MR 2020 Pada *winglet* dengan sudut serang 4 menghasilkan rasio koefisien angkat (CL) terhadap koefisien hambat (CD) yang terbesar. Dari analisis data koefisien angkat dan koefisien hambat diketahui terjadi penurunan induced drag sekitar 6% dan efisiensi bahan bakar yang terjadi sebesar 8% saat level terbang jelajah dan pada jarak tempuh maksimum.

### **Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini, metode eksperimental digunakan untuk mempelajari pengaruh berbagai jenis *winglet* terhadap performa pesawat *Aeromodelling* J-1B. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan efek penggunaan *winglet* dengan tidak menggunakan *winglet* pada pesawat tersebut. Untuk menjalankan penelitian ini, desain pesawat J-1B beserta berbagai jenis *winglet* yang akan digunakan dipersiapkan menggunakan software Solidwork. Desain tersebut dibuat dengan memperkecil skala ukuran pesawat asli agar sesuai dengan model *Aeromodelling* yang digunakan dalam penelitian ini. Penggunaan metode eksperimental memungkinkan peneliti untuk menguji variasi *winglet* secara sistematis dan objektif. Setiap jenis *winglet* akan dipasang pada pesawat J-1B, dan kemudian dilakukan pengujian terhadap performa pesawat, seperti kestabilan, kecepatan, dan efisiensi. Data yang diperoleh

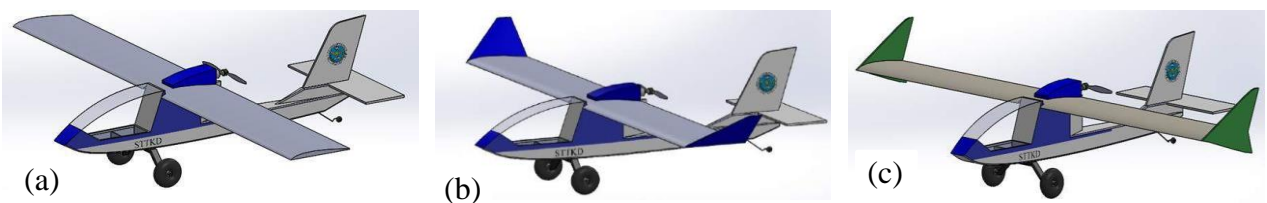
dari pengujian ini akan dianalisis secara statistik untuk menentukan pengaruh masing-masing jenis *winglet* terhadap performa pesawat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang manfaat penggunaan *winglet* pada pesawat *Aeromodelling J-1B*, dan memberikan rekomendasi terkait desain optimal untuk meningkatkan kinerja pesawat tersebut.



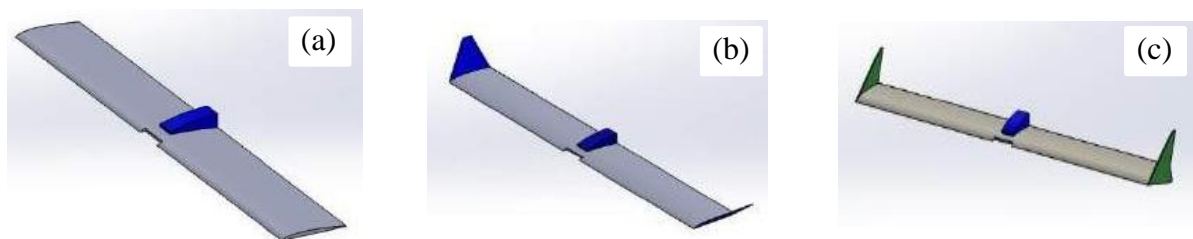
**Gambar 1. pesawat J-1B**

### Hasil Penelitian Desain

Desain pesawat ini dilakukan menggunakan *software 3D* untuk nantinya akan dijadikan mall dasar atau visual desain agar dapat melihat perkiraan bentuk jadinya pesawat *Aeromodelling J-1B* yang akan di buat. Adapun desain dibentuk mulain dari bentuk dasar hingga penempatan komponen pada pesawatnya seperti *landing gear* dan juga penempatan motor pendorong atau motor *BLDC*.



**Gambar 2. Desain UAV (a)Tanpa *Winglet (Wingtip)* (b)*Winglet Blended*, (c) *winglet fence***



**Gambar 5. *Wingtip, Winglet Blended, Winglet Fence***

Berikut adalah tahapan serta visual untuk pembuatan desain *Aeromodelling J-1B* :

1. Buatlah sebuah part baru dengan menggunakan "*Sketch*" pada bidang datar. Buatlah sebuah gambar dasar yang mewakili body pesawat *J-1B*.
2. Buatlah sebuah "*Extrude*" untuk membuat bentuk body pesawat. Pilihlah "*Extrude Boss/Base*" untuk mengekstraksi *sketch* ke dalam tiga dimensi. Pilihlah "*Blind*" untuk jarak *extrude*.
3. Gunakan "*Fillets*" pada sudut-sudut tajam body pesawat, sehingga terlihat lebih halus dan aerodinamis.
4. Tambahkan "*Sketch*" baru pada bagian atas body pesawat, lalu *extrude* pada bentuk *wing*. Pilihlah "*Extrude Boss/Base*" dan "*Thin Feature*" agar lebih aerodinamis.
5. Buatlah "*Sketch*" baru pada bagian belakang body pesawat, lalu *extrude* pada bentuk *tail* pesawat. Pilihlah "*Extrude Boss/Base*" dan "*Thin Feature*" agar lebih aerodinamis.
6. Tambahkan "*Sketch*" pada bagian bawah *tail* pesawat untuk membuat bentuk roda pesawat.

7. Buatlah sebuah "Assembly" baru untuk menggabungkan body, tail, wing, dan motor pesawat.
8. Tambahkan komponen "Motor" pada *assembly*. Letakkan motor pada posisi yang sesuai dengan *design*.
9. Tambahkan komponen "Wing" pada *assembly*. Letakkan wing pada posisi yang sesuai dengan *design*.
10. Tambahkan komponen "Tail" pada *assembly*. Letakkan tail pada posisi yang sesuai dengan *design*.
11. Gunakan fitur "Mate" untuk mengunci posisi setiap komponen agar tidak bergerak saat pesawat terbang.

### Pembuatan Pesawat

Pembuatan pesawat desain menggunakan *solidwork* berdasarkan bentuk asli dari pesawat *J-1B*, dari desain tersebut dilakukan perubahan skala hingga menjadi ukuran *Aeromodelling* pada umumnya. Kemudian pada proses perakitan dimulai dengan persiapan material yang digunakan yaitu *polyfoam*. *Polyfoam* dipotong menjadi bagian bagian kerangka untuk membangun bentuk dari pesawat *J-1B*, potongan dari bentuk tersebut di ambil dari desain *solidwork* di cetak menjadi kertas ukuran A3 dan di tempelkan ke *polyfoam* lembaran.



**Gambar 8. (a) Pengeleman Polyfoam, (b) Pembentukan Airfoil (c) Penekukan Airfoil**

Setelah semua *polyfoam* di potong kemudian mulai di lakukan perakitan dengan menggunakan lem bakar pada setiap sisi yang akan di hubungkan. Perakitan dimulai dari *body Aeromodelling* kemudian dilanjutkan dengan pembuatan bagian *tail* dan *wing*. Pada bagian *nose Aeromodelling* di buat dengan menggunakan material kover plastik mika agar terlihat tampak seperti visual aslinya pesawat *J-1B*.

Setelah jadi bagian body dan tail kemudian pada bagian *wing* di buat membentuk airfoil yang ditebuk secara perlahan, pada bagian *wing* ini di butuhnya isolasi putih atau transparan pada seluruh permukaan *wing* sebelum dilakukan penekukan. Adapun tujuan dari penambahan dari isolasi agar tidak terjadinya kegagalan dikarenakan *polyfoam* mudah patah ketika ditebuk membentuk *airfoil*.

Selanjutnya dipersiapkan media atau tempat untuk peletakan komponen electrical seperti *Servo* pada bagian *wing* kanan dan kiri untuk pergerakan *rolling* ke kanan dan ke kiri, *Servo* untuk *elevator* dan *rudder* untuk pergerakan pesawat *yawing* dan *pitching*.



**Gambar 11. (a) Penyambungan Seluruh Bagian Komponen, (b) Pemasangan Landing Gear, (c) Pemasangan Elektrikal**

Setelah melakukan pengukuran dan pemotongan *polyfoam* sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah penyambungan potongan-potongan tersebut untuk membentuk sebuah pesawat. Proses penyambungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan lem khusus yang biasanya digunakan untuk merekatkan bahan-bahan berpori seperti *polyfoam*. Penting untuk memastikan bahwa

penyambungan dilakukan dengan rapi dan kuat agar pesawat yang dihasilkan memiliki bentuk yang presisi dan tahan lama. Selain itu, dalam tahap ini juga perlu diperhatikan aspek keamanan, sehingga pastikan penggunaan lem dilakukan dengan hati-hati dan di tempat yang memiliki sirkulasi udara yang baik. Setelah penyambungan selesai, tahap selanjutnya adalah penyelesaian finishing pada pesawat yang sudah terbentuk.

### Electrical

Perakitan kelistrikan pada *Aeromodelling* dimulai dengan pemasangan *Servo*, *ESC*, dan motor. *Servo* berfungsi sebagai pengendali pergerakan kontrol pada model pesawat, sedangkan *ESC* (*Electronic Speed Controller*) digunakan untuk mengontrol kecepatan motor. Kemudian, diperlukan kabel jumper untuk menghubungkan antara *Servo* dan *ESC*, serta kabel konektor Y untuk menghubungkan dua *Servo* ke satu *ESC*. Selain itu, kabel konektor 30 cm juga diperlukan untuk menghubungkan *ESC* ke baterai. Penggunaan kabel konektor yang tepat dan baik sangat penting dalam perakitan kelistrikan pada *Aeromodelling*, karena koneksi yang buruk dapat menyebabkan masalah pada pesawat dan bahkan membahayakan keselamatan. Setelah semua komponen kelistrikan terpasang, pastikan untuk melakukan pengujian dan pengaturan yang tepat sebelum melakukan penerbangan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa pesawat dapat terbang dengan aman dan stabil. Dengan perakitan kelistrikan yang baik, pesawat *Aeromodelling* dapat berfungsi dengan baik dan memberikan pengalaman terbang yang menyenangkan bagi penggunanya.

### Penentuan CG (*center of gravity*)

Penentuan *CG* dilakukan ketika keseluruhan bentuk pesawat dan electrical di pasang, *CG* terletak pada bagian sisi kanan dan kiri *wing* bertepatan pada bawah bagian dekat dengan *leading edge airfoil* dan sekitar 25-30 % dari lebar *wing* atau *chord line wing*. Penentuan *CG* dilakukan secara manual untuk melihat keseimbangan apakah condong berat tidak seimbang pada bagian kanan kiri serta depan dan juga belakang pada pesawat.

Ketika keseimbangan pada pesawat tidak sesuai maka dilakukan penyesuaian penempatan baterai berlawanan dengan arah yang terlalu berat atau juga dapat dengan penambahan beban lainnya.

### Performa Terbang



**Gambar 13. Dokumentasi Terbang**

*Wingtip*, Jenis ujung *wing* ini performa terbang liar saat kondisi manufer, karena tidak ada kondisi paksaan kestabilan dari *winglet* yang berada pada ujung sayap, kondisi bentuk *wing* ini lebih cocok digunakan untuk terbang jarak pendek. Pada kondisi manufer waktu yang dibutuhkan untuk berbelok ialah pada *wingtip* dengan kurun waktu 5 – 6 detik



**Gambar 14. Dokumentasi terbang manufer**

*Winglet fence*, Jenis ujung *wing* ini memiliki performa terbang yang hampir sama dengan *winglet Blended*, yaitu membutuhkan jarak yang cukup untuk berputar arah, dikarenakan adanya paksaan dari *winglet* tersebut pada saat kondisi manufer untuk dikembalikan ke kondisi stabil terbang lurus pesawat. Pada kondisi manuver, waktu yang dibutuhkan untuk berbelok pada jenis *winglet fence* adalah antara 9 - 11 detik, berbeda dengan *wingtip* yang hanya memerlukan 5 - 6 detik.



**Gambar 14. Dokumentasi terbang manufer**

*Winglet Blended*, Jenis ujung *wing* ini memberikan performa terbang yang lebih stabil. Namun, pada jarak pendek, kondisi *manuver* pesawat menjadi lebih sulit. Untuk berputar arah secara normal, diperlukan jarak yang lebih luas. Keuntungan dari *winglet Blended* adalah meningkatkan efisiensi aerodinamika dan mengurangi turbulensi yang dihasilkan oleh ujung sayap pada kondisi saat terbang jarak jauh, namun tidak dalam kondisi terbang jarak dekat. Dalam situasi manuver, *winglet blended* memerlukan waktu lebih lama untuk berbelok, yaitu antara 12 - 14 detik, sedangkan *wingtip* hanya membutuhkan waktu 5 - 6 detik.

Dari ketiga jenis *wing* tersebut, Salah satunya adalah penambahan *winglet* pada ujung *wing*. Namun, penggunaan *winglet* ini memiliki konsekuensi meningkatnya konsumsi daya baterai, karena kondisi *manufer* membutuhkan daya yang lebih yang disebabkan oleh *winglet* karena dipaksakan untuk kembali ke kondisi normal. Untuk penerbangan dengan jarak yang dekat, penghobi pesawat *Aeromodelling* biasanya memilih penggunaan *wingtip*. Hal ini karena yang mereka cari adalah aksi terbang yang menarik, sementara penggunaan *wingtip* juga lebih hemat dalam hal konsumsi baterai. Penggunaan *winglet* sendiri lebih cocok untuk *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* dengan misi yang jauh, seperti *UAV cargo* atau misi. *Winglet* dapat menjaga stabilitas penerbangan pesawat dan juga lebih efisien dalam hal penggunaan baterai ketika digunakan untuk terbang lurus. Ini karena kurangnya proses *manufer* yang membutuhkan daya dorong ekstra dari motor. Dengan demikian, pemilihan jenis ujung *wing* yang tepat tergantung pada jarak penerbangan, tujuan terbang, dan kebutuhan spesifik pesawat atau *UAV* tersebut.

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Manufaktur *Aeromodelling J-1B* melibatkan desain menggunakan *software 3D* seperti *SolidWorks* untuk menciptakan bentuk aerodinamis, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan fisik menggunakan material *polyfoam*. Potongan-potongan *polyfoam* dirakit sesuai desain, dengan penambahan material kover plastik mika untuk tampilan mirip pesawat asli. Pembentukan *airfoil* pada *wing* dilakukan dengan hati-hati menggunakan isolasi. Selain itu, komponen elektrik seperti *Servo*, *ESC*, dan motor dipasang untuk mengontrol pergerakan pesawat
2. Penambahan *winglet* pada ujung *wing* memiliki pengaruh yang berbeda tergantung pada jenisnya. *Wingtip* memberikan performa terbang yang liar saat kondisi *manuver* dan lebih hemat dalam konsumsi baterai, cocok untuk penerbangan jarak dekat dengan aksi terbang menarik. *Winglet Blended* meningkatkan efisiensi aerodinamika dan mengurangi turbulensi pada terbang jarak jauh, namun sulit pada jarak pendek. *Winglet fence* memiliki performa hampir sama dengan *winglet Blended* dengan konsumsi daya baterai yang lebih rendah. Penggunaan *winglet* lebih cocok untuk *UAV* dengan misi jauh yang membutuhkan stabilitas dan efisiensi, sementara *wingtip* lebih sesuai untuk penghobi pesawat *Aeromodelling* yang mencari aksi terbang menarik dan hemat baterai. Pemilihan jenis ujung *wing* yang tepat tergantung pada jarak penerbangan, tujuan terbang, dan kebutuhan spesifik pesawat atau *UAV* tersebut.

## Daftar Pustaka

- Chattopadhyay, A., & Chowdhury, A. R. (2016). *Winglet Aerodynamics: A Review*. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 6(3), 01-08.
- I Putu Caesar, A. P., Rusli, M., & Suniantara, I. K. P. (2019). Aplikasi Multimedia Interaktif Pengenalan Olahraga *Aeromodelling*. *Sensitif*, 957-963.
- Maulana, F., Setiawan, F., & Marausna, G. (2022). Analisis Pengaruh Pemasangan *Winglet* Terhadap Distribusi Tekanan Pada *Wing Boeing 737-500* Dengan Metode Elemen Hingga. *Teknik Dirgantara*, 8(1), 132-145.
- Smith, J., Johnson, R., & Anderson, M. (2018). *Design and Implementation of a Servo Control System for Aeromodelling Applications*. *International Journal of Aeromodelling and Flight Systems*.
- Lee, C., Park, S., & Kim, K. (2019). *Advancements in Lithium Polymer Batteries for High-Performance Aeromodelling Drones*. *Journal of Unmanned Aerial Systems Technology*
- Brown, A., Davis, S., & Wilson, L. (2019). *Performance Evaluation of RF Transmission Systems for Aeromodelling Remotes*. *Journal of Wireless Control Systems*
- Johnson, R., Smith, J., & Anderson, M. (2018). *Design and Optimization of Propellers for Aeromodelling Applications*. *International Journal of Aeromodelling and Flight Systems*
- Williams, R., Johnson, M., & Thompson, L. (2020). *Analysis of Styrofoam/Polyfoam Structures for Lightweight Aeromodelling Models*. *Journal of Aerospace Engineering*.
- Leng, Y., & Yin, J. (2021). *Numerical investigation of the aerodynamic characteristics of a raked wingtip*. *Aerospace Science and Technology*, 118, 106204.