Modifikasi Wing Jack Pesawat Cessna 172 Skyhawk untuk Peningkatan Rentang Pengangkatan dan Mobilitas

Fardhan Ardana[1], Muhammad Rizki Zuhri[2]

[1]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia*
E-mail : fardhan.ardana.aer23@polban.ac.id
[2]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia*
E-mail : muhammad.rizki@polban.ac.id

ABSTRAK

Wing jack merupakan peralatan pendukung pemeliharaan pesawat yang digunakan pada proses *aircraft jacking*. *Wing jack* di Laboratorium Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung memiliki keterbatasan berupa rentang pengangkatan yang belum memenuhi kebutuhan *aircraft jacking* pada pesawat Cessna 172 Skyhawk serta mobilitas yang rendah karena pemindahan alat masih dilakukan secara manual menggunakan *hand pallet*. Penelitian ini bertujuan menambahkan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak pada *wing jack* untuk meningkatkan rentang pengangkatan dan mobilitas alat. Metode penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, penentuan *Design Requirements and Objectives* (DRO), perancangan menggunakan *SolidWorks*, analisis kekuatan struktur, proses manufaktur, perakitan, serta pengujian operasional pada pesawat Cessna 172 Skyhawk mengacu pada *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan rumah batang berulir meningkatkan rentang pengangkatan hingga 65 mm sehingga mampu mencapai kondisi *free wheel* sesuai kebutuhan pengujian tanpa mengalami deformasi. Penambahan wadah sistem roda penggerak memungkinkan *wing jack* dipindahkan oleh satu operator, memiliki kemampuan berputar 360°, dan dilengkapi sistem pengereman yang menjaga kestabilan selama proses pengangkatan. Berdasarkan hasil evaluasi, seluruh parameter *Design Requirements and Objectives* (DRO) berhasil dipenuhi sehingga modifikasi yang dilakukan mampu meningkatkan kinerja, mobilitas, dan kemudahan operasional *wing jack* tanpa mengubah struktur utama alat.

Kata Kunci:
wing jack, *Cessna 172 Skyhawk*, rumah batang berulir, sistem roda penggerak, *aircraft jacking*

A wing jack is an aircraft maintenance support device used during the aircraft jacking process. The wing jack available at the Aeronautical Engineering Laboratory of Politeknik Negeri Bandung has limitations in lifting range, which does not fully meet the requirements for aircraft jacking on the Cessna 172 Skyhawk, as well as limited mobility because the equipment must be moved manually using a hand pallet. This study aims to add a threaded rod housing and a drive wheel system frame to the wing jack in order to improve its lifting range and mobility. The research methodology included needs identification, determination of the Design Requirements and Objectives (DRO), design using SolidWorks, structural strength analysis, manufacturing, assembly, and operational testing on a Cessna 172 Skyhawk in accordance with the Aircraft Maintenance Manual (AMM). The results showed that the addition of the threaded rod housing increased the lifting range by 65 mm, enabling the aircraft to reach the free-wheel condition without deformation. The addition of the drive wheel system frame enabled the wing jack to be moved by a single operator, provided 360° wheel rotation, and incorporated a braking system that maintained stability during the lifting process. The evaluation results confirmed that all Design Requirements and Objectives (DRO) were successfully achieved, demonstrating that the proposed modifications improved the wing jack's performance, mobility, and operational convenience without altering its main structural configuration.

Keywords:
wing jack, Cessna 172 Skyhawk, Threaded rod housing, Drive wheel system, aircraft jacking

1. PENDAHULUAN

Aircraft jacking merupakan salah satu prosedur penting dalam kegiatan pemeliharaan pesawat yang bertujuan mengangkat pesawat untuk mendukung inspeksi, perbaikan, maupun penggantian komponen pada sistem *landing gear* dan struktur pesawat. Proses tersebut memerlukan *ground support equipment* (GSE) yang mampu menjamin keselamatan, kestabilan, serta kemudahan operasional selama pengangkatan berlangsung (1). Salah satu peralatan yang digunakan adalah *wing jack*, yaitu alat penyangga mekanis yang ditempatkan pada titik pengangkatan sayap sesuai prosedur yang ditetapkan dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM).

Wing jack yang digunakan pada Laboratorium Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung masih memiliki beberapa keterbatasan. Rentang pengangkatannya belum mampu memenuhi kebutuhan proses *aircraft jacking* pada pesawat Cessna 172 Skyhawk karena panjang rumah batang berulir masih terbatas. Selain itu, alat belum dilengkapi sistem roda sehingga proses pemindahan masih memerlukan bantuan *hand pallet*, yang menyebabkan waktu persiapan lebih lama dan mengurangi efisiensi kerja praktikum.

Penelitian yang dilakukan oleh Rukmananda membahas sistem kendali *aircraft jacking* pada pesawat Boeing 737-800 untuk menjaga keseimbangan pesawat selama proses pengangkatan, namun tidak membahas modifikasi fisik *wing jack* (2). Penelitian lain oleh Pratama berfokus pada *re-design tripod jack* untuk meningkatkan kekuatan struktur alat bantu *maintenance*, tetapi belum mengkaji peningkatan rentang pengangkatan maupun mobilitas *wing jack* pada pesawat ringan (3). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat peluang pengembangan berupa modifikasi *wing jack* yang mampu meningkatkan rentang pengangkatan sekaligus mobilitas alat tanpa mengubah struktur utamanya.

Penelitian ini bertujuan melakukan penambahan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak pada *wing jack* pesawat Cessna 172 Skyhawk. Penambahan rumah batang berulir diharapkan dapat meningkatkan rentang pengangkatan, sedangkan penambahan wadah sistem roda penggerak bertujuan meningkatkan mobilitas alat sehingga lebih mudah dipindahkan oleh operator. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan *wing jack* yang lebih efektif, efisien, dan mendukung pelaksanaan praktikum maupun kegiatan pemeliharaan pesawat.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai *aircraft jacking* umumnya membahas aspek keselamatan, kestabilan, dan prosedur pengangkatan pesawat. Namun, penelitian yang secara khusus mengembangkan *wing jack* melalui penambahan rumah batang berulir untuk meningkatkan rentang pengangkatan serta penambahan sistem roda penggerak untuk meningkatkan mobilitas masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini difokuskan pada modifikasi *wing jack* pesawat Cessna 172 Skyhawk tanpa mengubah struktur utamanya (4).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Aircraft Jacking*

Aircraft jacking merupakan proses pengangkatan pesawat menggunakan peralatan khusus untuk mendukung inspeksi dan pemeliharaan. Pada pesawat Cessna 172 Skyhawk digunakan metode *wing jacking* melalui titik pengangkatan pada sayap sehingga *wing jack* harus memiliki kestabilan dan kemampuan menahan beban selama proses berlangsung (5).

2.2.2 Prosedur dan Standar *Aircraft Jacking*

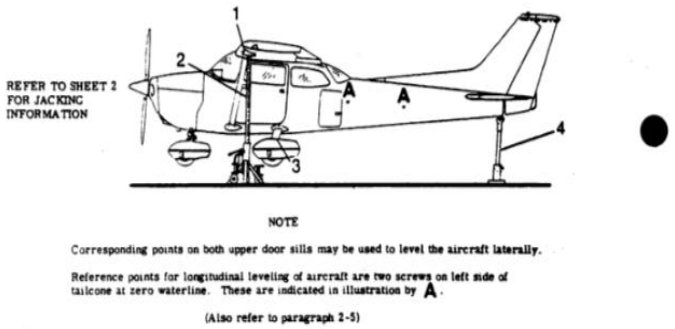
Pelaksanaan *aircraft jacking* harus mengikuti prosedur yang tercantum dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) serta standar pemeliharaan pesawat yang berlaku. Prosedur tersebut mencakup persiapan area kerja, pemasangan *wheel chock*, penempatan *wing jack* pada *jack point*, proses pengangkatan secara bertahap, serta penggunaan penyangga tambahan apabila diperlukan (6).

Pada pesawat Cessna 172 Skyhawk, proses pengangkatan dilakukan hingga roda utama terangkat dari permukaan tanah (*wheel off ground condition*) sesuai kebutuhan pekerjaan perawatan. Pengangkatan harus dilakukan secara bertahap dan seimbang untuk menjaga kestabilan pesawat serta menghindari kerusakan struktur.

2.2.3 Posisi *Aircraft Jacking* pada Pesawat Cessna 172 Skyhawk

Posisi *aircraft jacking* pada pesawat Cessna 172 Skyhawk mengacu pada titik pengangkatan (*jack point*) yang telah ditentukan dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). *Wing jack* ditempatkan pada bagian *front spar wing* di sisi *outboard* dari *wing strut*, sedangkan *tail jack* dipasang pada *tail tie-down fitting* sesuai prosedur yang ditetapkan (7).

Posisi titik pengangkatan pada pesawat Cessna 172 Skyhawk dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan lokasi penempatan *wing jack* dan *tail jack* berdasarkan referensi dari *Aircraft Maintenance Manual* (AMM), sehingga dapat digunakan sebagai acuan pada proses *pengujian wing jack* hasil modifikasi.



Gambar 1. Posisi jacking pada pesawat Cessna 172 Skyhawk

Wing jack ditempatkan pada *front spar wing* sedangkan *tail jack* ditempatkan pada *tail tie-down fitting* sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Penempatan yang benar menjaga distribusi beban dan kestabilan pesawat selama proses pengangkatan.

2.2.4 Rumah Batang Berulir

Rumah batang berulir (*threaded rod housing*) merupakan komponen yang berfungsi sebagai dudukan dan pemandu bagi batang berulir pada sistem *wing jacking*. Dalam perancangannya, komponen berulir harus memiliki kesesuaian dimensi, kekuatan ulir, serta ketelitian manufaktur agar mampu mentransmisikan beban secara aman dan menjaga keselarasan gerak selama proses pengangkatan (8). Komponen ini menjaga agar batang berulir tetap berada pada sumbu geraknya selama proses pengangkatan, sehingga gerakan naik dan turun dapat berlangsung dengan stabil (9).

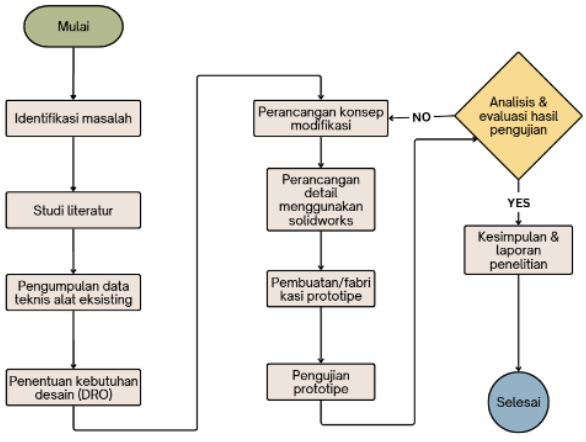
Selain menjaga keselarasan (*alignment*) batang berulir, rumah batang berulir juga membantu mendistribusikan beban secara lebih merata pada struktur alat. Pada penelitian ini, penambahan panjang rumah batang berulir bertujuan untuk meningkatkan lintasan gerak batang berulir sehingga rentang pengangkatan *wing jack* dapat bertambah tanpa mengubah prinsip kerja utama alat.

2.2.5 Sistem Roda Penggerak

Sistem roda penggerak digunakan untuk meningkatkan mobilitas alat bantu pemeliharaan sehingga alat dapat dipindahkan dengan lebih mudah di area kerja. Penerapan roda pada peralatan mekanis dapat mengurangi kebutuhan tenaga angkat manual, mempercepat perpindahan alat, dan meningkatkan efisiensi kerja operator (10).

Pada *wing jack*, sistem roda penggerak harus dirancang agar tetap mampu menopang beban alat, menjaga kestabilan selama proses pengangkatan, serta dilengkapi mekanisme pengunci (*brake*) untuk mencegah pergerakan yang tidak diinginkan. Dengan demikian, penambahan sistem roda penggerak diharapkan dapat meningkatkan mobilitas *wing jack* tanpa mengurangi aspek keselamatan dan kestabilan alat.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 2. Flowchart metode penyelesaian masalah penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan mengembangkan *wing jack* melalui penambahan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak. Metode ini diawali dengan identifikasi permasalahan, dilanjutkan dengan pengumpulan data, penyusunan kebutuhan desain, perancangan komponen, analisis desain berbasis beban, serta pemilihan material sebelum dilakukan proses manufaktur. Tahapan penelitian disusun secara sistematis agar hasil modifikasi memenuhi kebutuhan operasional dan tetap mempertahankan aspek keselamatan serta keandalan alat. Alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2.

3.1 Identifikasi Masalah

Hasil observasi menunjukkan *wing jack* di Laboratorium Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung memiliki keterbatasan rentang pengangkatan dan belum dilengkapi sistem roda sehingga mobilitas alat masih rendah. Kondisi tersebut menjadi dasar dilakukan modifikasi terhadap rumah batang berulir dan sistem roda penggerak.

3.2 Penentuan *Design Requirement and Objective* (DRO)

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan, selanjutnya disusun *Design Requirement and Objective* (DRO) sebagai acuan dalam proses perancangan. DRO digunakan untuk menentukan kebutuhan teknis yang harus dipenuhi oleh hasil modifikasi sehingga mampu meningkatkan rentang pengangkatan dan mobilitas *wing jack* tanpa mengubah struktur utama alat. Kebutuhan desain yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Design Requirement and Objective (DRO).

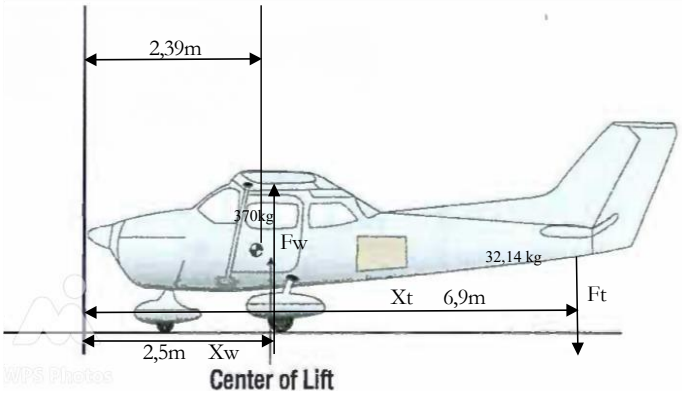
Aspek	*Design Requirement*	Kriteria
Fungsi	Rentang pengangkatan meningkat hingga 65 mm	Tercapai / Tidak
Desain	Struktur utama *wing jack* tidak mengalami perubahan	Tercapai / Tidak
Mobilitas	*Wing jack* dapat dipindahkan oleh satu operator	Tercapai / Tidak
Mobilitas	Sistem roda dapat berputar 360° dan memiliki rem	Memenuhi / Tidak
Pengujian	Alat berfungsi normal saat pengujian *aircraft jacking*	Tercapai / Tidak

3.3 Perancangan Modifikasi

Perancangan dilakukan menggunakan *SolidWorks* berdasarkan DRO. Komponen yang dirancang meliputi rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak. Hasil rancangan kemudian dievaluasi berdasarkan kesesuaian dimensi, kompatibilitas dengan *wing jack* eksisting, dan kemudahan proses manufaktur.

3.4 Perhitungan Desain Berbasis Beban (DBB)

Setelah perancangan selesai, analisis menggunakan metode Desain Berbasis Beban (DBB) dilakukan untuk memastikan keandalan komponen struktural hasil modifikasi dalam menahan beban kerja selama proses *aircraft jacking*. Analisis ini mempertimbangkan konsep tegangan kerja, distribusi pembebanan, serta faktor keamanan yang merupakan prinsip dasar dalam perancangan elemen mesin sehingga komponen mampu beroperasi secara aman pada kondisi pembebanan yang direncanakan (11). Tahapan perhitungan diawali dengan menentukan distribusi beban pesawat pada setiap *wing jack*, yang kemudian digunakan sebagai acuan parameter dimensi komponen. Selanjutnya, analisis teknis dilanjutkan dengan menghitung tegangan yang terjadi pada komponen modifikasi memanfaatkan Persamaan (1) dan (2).



Gambar 3. DBB pesawat Cessna 172 Skyhawk

1. Rumus berat pesawat

Massa pesawat:

M = 706 kg 32,14 kg

Berat pesawat:

W = m × g

Keterangan:
W = berat pesawat (N)
m = massa pesawat (kg)
g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

W = 706 × 9,81 = 6.925 N

2. Persamaan keseimbangan gaya

$$\sum F_y = 0 \qquad (1)$$

3. Persamaan keseimbangan momen

$$\sum M_O = 0 \qquad (2)$$

4. Hasil akhir pembebanan

$$F_w = 369{,}0 \text{ kg} \approx 370 \text{ kg}$$

Hasil perhitungan keseimbangan gaya dan momen menunjukkan bahwa beban yang diterima oleh masing-masing *wing jack* sebesar 370 kg atau sekitar 3.620 N. Nilai pembebanan tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam proses analisis kekuatan menggunakan *SolidWorks Simulation* untuk mengevaluasi kemampuan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak dalam menahan beban kerja selama proses *aircraft jacking*.

3.5 Pemilihan Material

Material yang digunakan pada pembuatan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak adalah baja karbon rendah ST37. Material tersebut dipilih karena memiliki kekuatan mekanik yang memadai, mudah dikerjakan melalui proses pembubutan, pengeboran, maupun pengelasan, serta memiliki ketersediaan yang baik dengan biaya relatif ekonomis. Karakteristik tersebut menjadikan ST37 sesuai untuk aplikasi struktur pada *ground support equipment* yang memerlukan kombinasi antara kekuatan, kemudahan manufaktur, serta kemudahan inspeksi dan pemeliharaan sebagaimana dijelaskan dalam *Aviation Maintenance Technician Handbook* (12). Material tersebut dipilih karena memiliki kekuatan mekanik yang memadai, mudah dikerjakan melalui proses pembubutan, pengeboran, maupun pengelasan, serta memiliki ketersediaan yang baik dengan biaya relatif ekonomis. Karakteristik tersebut menjadikan ST37 sesuai untuk aplikasi struktur pada *ground support* equipment yang memerlukan kombinasi antara kekuatan, kemudahan manufaktur, dan efisiensi biaya (13).

Sifat mekanik material ST37 yang digunakan dalam penelitian ini meliputi massa jenis sebesar 7850 kg/m³, modulus elastisitas 210 GPa, rasio Poisson 0,28, yield strength sebesar 235 MPa, dan ultimate tensile strength sebesar 370 MPa. Data sifat material tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kekuatan komponen hasil modifikasi.

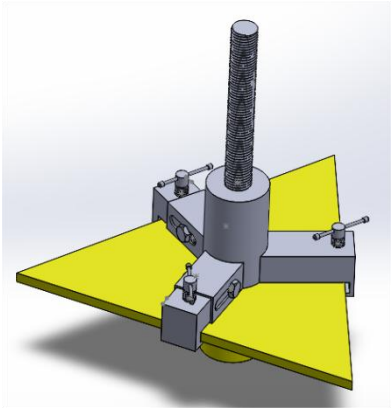
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

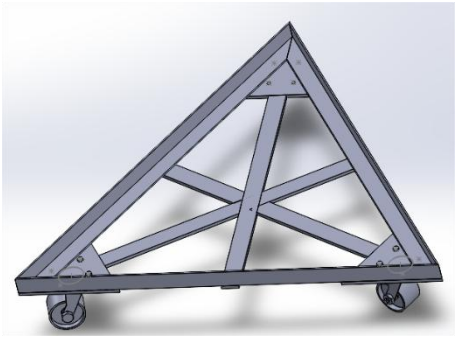
4.1.1 Model Hasil Desain

Berdasarkan *Design Requirement and Objective* (DRO), modifikasi *wing jack* difokuskan pada rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Perancangan ini mengutamakan kesesuaian

dimensi, kemudahan pemasangan, dan kompatibilitas dengan struktur eksisting. Rumah batang berulir berfungsi memperluas rentang pengangkatan alat, sedangkan wadah roda penggerak dirancang sebagai rangka tambahan untuk meningkatkan mobilitas. Hasil rancangan kedua komponen ini masing-masing disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Model hasil desain rumah batang berulir

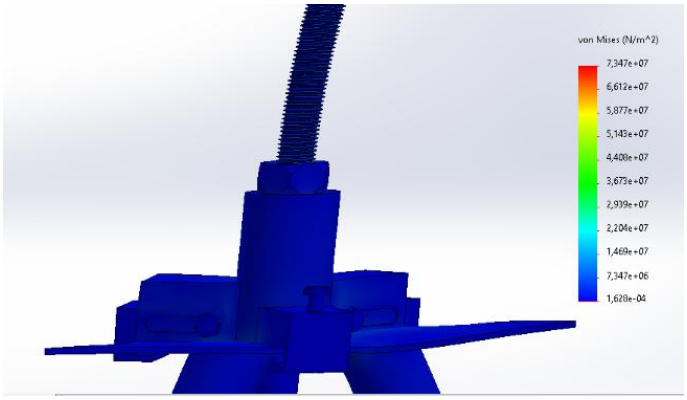


Gambar 5. Model hasil desain wadah sistem roda penggerak.

4.1.2 Analisis Kekuatan Komponen

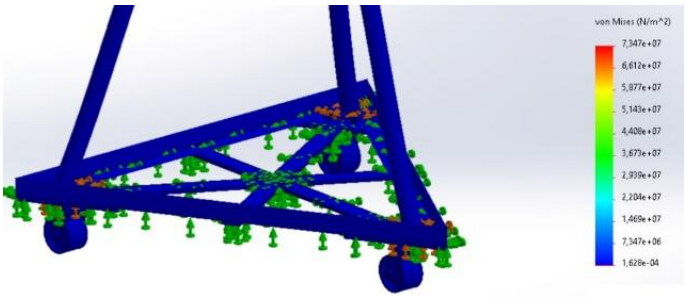
Sebelum dilakukan proses manufaktur, dilakukan analisis kekuatan terhadap komponen hasil rancangan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Simulation*. Analisis dilakukan dengan memberikan pembebanan sesuai hasil perhitungan desain berbasis beban (DBB) dan menggunakan material baja karbon rendah ST37 dengan nilai *yield strength* sebesar 235 MPa. Evaluasi distribusi tegangan dilakukan menggunakan pendekatan tegangan ekuivalen (*von Mises*) yang umum digunakan dalam analisis struktur mekanik untuk memprediksi kondisi luluh material akibat pembebanan *multiaxial* (14). Parameter yang diamati meliputi tegangan maksimum (*von Mises stress*) dan *safety factor* sebagai indikator kemampuan komponen dalam menahan beban kerja.

Hasil simulasi pada rumah batang berulir menunjukkan bahwa tegangan maksimum (*von Mises*) sebesar 73,47 MPa, masih berada di bawah batas luluh material ST37 sebesar 235 MPa. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh *safety factor* sebesar 3,20, sehingga rumah batang berulir dinyatakan masih berada pada kondisi aman dan mampu menahan pembebanan yang diberikan tanpa mengalami deformasi plastis. Distribusi tegangan pada rumah batang berulir ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil analisis tegangan rumah batang berulir.

Analisis juga dilakukan pada wadah sistem roda penggerak menunjukkan tegangan maksimum (*von Mises*) sebesar 73,47 MPa, yang terlokalisasi pada daerah sambungan rangka akibat konsentrasi tegangan di titik pembebanan. Dibandingkan dengan *yield strength* material ST37 sebesar 235 MPa, diperoleh *safety factor* sebesar 3,20. Nilai tersebut menunjukkan bahwa wadah sistem roda penggerak masih memenuhi persyaratan kekuatan dan mampu menahan beban kerja yang diberikan tanpa mengalami deformasi plastis. Distribusi tegangan pada wadah sistem roda penggerak ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil analisis tegangan wadah sistem roda penggerak.

Secara keseluruhan, hasil analisis yang dirangkum pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua komponen memiliki nilai tegangan maksimum yang masih berada di bawah *yield strength* material ST37 sehingga memenuhi kriteria kekuatan yang telah ditetapkan dan layak untuk dilanjutkan ke tahap manufaktur.

Tabel 2. Hasil analisis tegangan maksimum (von Mises) dan safety factor komponen hasil rancangan menggunakan SolidWorks Simulation..

Komponen	Tegangan maksimum (von Mises)	Yield Strength ST37	Safety Factor	Keterangan
Rumah batang berulir	73,47	235	3,20	Aman
Wadah sistem roda penggerak	73,47	235	3,20	Aman

4.2 Hasil Implementasi

4.2.1 Hasil Manufaktur

Proses manufaktur dilakukan setelah rancangan dan hasil analisis kekuatan dinyatakan memenuhi kebutuhan desain. Material yang digunakan untuk pembuatan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak adalah baja karbon rendah ST37 sesuai hasil pemilihan material pada tahap perancangan.

Pembuatan rumah batang berulir dilakukan melalui proses pemotongan material, pembubutan, pengeboran, dan perakitan. Sementara itu, pembuatan wadah sistem roda penggerak dilakukan melalui proses pemotongan besi siku, pengelasan, pemasangan dudukan roda, dan proses *finishing*. Hasil manufaktur rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

Gambar 8. Hasil manufaktur rumah batang berulir

Gambar 9. Hasil manufaktur wadah sistem roda penggerak

Gambar 10. Hasil pemasangan komponen modifikasi pada *wing jack*.

Seluruh komponen hasil manufaktur dapat dipasang pada *wing jack* eksisting tanpa memerlukan perubahan pada struktur utama alat. Hasil pemasangan komponen pada *wing jack* ditunjukkan pada Gambar 10.

4.2.2 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Perbandingan dilakukan untuk mengetahui perubahan karakteristik *wing jack* setelah dilakukan modifikasi. Parameter yang dibandingkan meliputi rentang pengangkatan, mobilitas alat, serta keberadaan komponen tambahan yang mendukung proses *aircraft jacking*. Hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel III.

Tabel 3. Perbandingan wing jack sebelum dan sesudah modifikasi.

Parameter	Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi
Rumah batang berulir	Tidak tersedia	Tersedia
Rentang pengangkatan	Terbatas	Meningkat
Sistem roda penggerak	Tidak tersedia	Tersedia
Mobilitas alat	Menggunakan hand pallet	Dapat dipindahkan secara langsung

Berdasarkan Tabel 3, modifikasi yang dilakukan berhasil meningkatkan kemampuan operasional *wing jack*. Penambahan rumah batang berulir memberikan peningkatan rentang pengangkatan, sedangkan penambahan wadah sistem roda penggerak meningkatkan mobilitas alat selama proses pemindahan.

4.3 Pengujian

4.3.1 Pengujian *Aircraft Jacking*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan *wing jack* hasil modifikasi dalam mendukung proses *aircraft jacking* pada pesawat Cessna 172 Skyhawk. Selain memastikan kemampuan pengangkatan, pengujian juga bertujuan untuk mengevaluasi kemudahan operasional dan kesiapan peralatan dalam mendukung aktivitas pemeliharaan pesawat secara efisien. Kinerja *ground support equipment* yang baik diketahui berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasi darat, pengurangan waktu penanganan pesawat, serta mendukung kelancaran aktivitas pemeliharaan (15). Pengujian dilaksanakan dengan menempatkan *wing jack* pada titik pengangkatan sesuai prosedur yang tercantum dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM).

Tahapan pengujian diawali dengan pemasangan *wing jack* pada titik *jacking point* pesawat, dilanjutkan dengan proses pengangkatan secara bertahap hingga roda utama pesawat terangkat dari permukaan tanah. Selama pengujian berlangsung dilakukan pengamatan terhadap kestabilan alat, fungsi mekanisme pengangkatan, dan kinerja sistem roda penggerak. Pelaksanaan pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.

Gambar 11. Pengujian *aircraft jacking* menggunakan *wing jack* hasil modifikasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *wing jack* mampu mengangkat pesawat hingga roda utama terangkat sebesar 65 mm dari permukaan tanah. Selain itu, sistem roda penggerak berfungsi dengan baik dan mempermudah proses pemindahan alat di area kerja.

4.3.2 Evaluasi terhadap *Design Requirement and Objective* (DRO)

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap kebutuhan desain yang telah ditetapkan pada tahap perancangan. Parameter yang dievaluasi meliputi peningkatan rentang pengangkatan, peningkatan mobilitas, kompatibilitas komponen, serta kestabilan alat selama proses pengangkatan. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi hasil pengujian terhadap Design Requirement and Objective (DRO).

Aspek	*Design Requirement*	Kriteria
Fungsi	Rentang pengangkatan meningkat hingga 65 mm	Tercapai
Desain	Struktur utama *wing jack* tidak mengalami perubahan	Tercapai
Mobilitas	*Wing jack* dapat dipindahkan oleh satu operator	Tercapai
Mobilitas	Sistem roda dapat berputar 360° dan memiliki rem	Memenuhi
Pengujian	Alat berfungsi normal saat pengujian *aircraft jacking*	Tercapai

Berdasarkan Tabel 4, seluruh kebutuhan desain yang telah ditetapkan pada tahap perancangan berhasil dipenuhi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi yang dilakukan mampu meningkatkan rentang pengangkatan dan mobilitas *wing jack* tanpa mengurangi kestabilan alat selama proses *aircraft jacking*. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk meningkatkan performa *wing jack* pesawat Cessna 172 Skyhawk dapat dinyatakan tercapai.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil melakukan modifikasi *wing jack* pesawat Cessna 172 Skyhawk melalui penambahan rumah batang berulir dan wadah sistem roda penggerak. Penambahan rumah batang berulir mampu meningkatkan rentang pengangkatan *wing jack* sehingga memenuhi kebutuhan proses *aircraft jacking* pada pesawat Cessna 172 Skyhawk. Selain itu, penambahan wadah sistem roda penggerak meningkatkan mobilitas alat sehingga proses pemindahan *wing jack* menjadi lebih mudah tanpa memerlukan bantuan *hand pallet*.

Hasil analisis kekuatan menunjukkan bahwa komponen hasil modifikasi memenuhi kriteria kekuatan berdasarkan material yang digunakan, sedangkan hasil pengujian menunjukkan bahwa *wing jack* mampu beroperasi dengan baik dan memenuhi *Design Requirement and Objective* (DRO) yang telah ditetapkan. Dengan demikian, modifikasi yang dilakukan dapat meningkatkan efektivitas penggunaan *wing jack* sebagai *ground support equipment* pada kegiatan praktikum maupun pemeliharaan pesawat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung, Program Studi D-3 Teknik Mesin Konsentrasi Teknik Aeronautika, Laboratorium Teknik Aeronautika, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1 Company, Cessna Aircraft. *Cessna Model 172 Series 1977 Thru 1986 Service Manual.* Wichita, Kansas, USA : Cessna Aircraft Company, 1983.

2 *Rancang Bangun Kendali Aircraft Jacking pada Pesawat Boeing 737-800 untuk Pengaturan Sudut Kemiringan.* Rukmananda, Aditya Ghiffari. 6, Bandung, Indonesia : Politeknik Negeri Bandung, 2024, Vol. 2.

3 *Re-Design Tripod Jack Untuk Alat Bantu Maintenance di PT. GMF AeroAsia.* Pratama, Muqsit Fattah Adi. Depok, Jawa Barat, Indonesia : urusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), 2024.

4 *Aircraft Ground Support Equipment: A Framework for Maintenance Strategies.* Rahman, Zia Ur. 1, Toronto, Ontario, Canada : Canadian Center of Science and Education (CCSE), 2023, Vol. 17.

5 Company, Cessna Aircraft. *Model 172 Maintenance Manual.* Wichita, Kansas, USA : Cessna Aircraft Company, 1996.

6 —. *Model 172 Maintenance Manual.* Wichita : Cessna Aircraft Company, 2003.

7 —. Cessna Model 172 Maintenance Manual. *Model 172 Maintenance Manual.* Wichita, Kansas, USA : Cessna Aircraft Company, 2003.

8 Erik Oberg, Franklin D. Jones, Holbrook L. Horton, Henry H. Ryffel & Christopher J. McCauley. *Machinery's Handbook (31st Edition).* New York, NY, USA : Industrial Press Inc., 2020.

9 Fischer, U. *Mechanical and Metal Trades Handbook.* Haan-Gruiten, Germany : Verlag Europa-Lehrmittel, 2010.

10 Collis, Bill. *Caster and Wheel Handbook.* Mississauga, Ontario, Canada : Caster Concepts, 1998.

11 Nisbett, Richard G. Budynas & J. Keith. *Shigley's Mechanical Engineering Design (11th Edition).* New York, NY, USA : McGraw-Hill Education, 2020.

12 U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration (FAA). *Aviation Maintenance Technician Handbook – General (FAA-H-8083-30B).* Oklahoma City, Oklahoma, USA : Federal Aviation Administration (FAA), 2023.

13 Jr., William D. Callister. *Materials Science and Engineering: An Introduction.* Hoboken, New Jersey, USA : John Wiley & Sons, Inc., 2018.

14 Budynas, Warren C. Young & Richard G. *Roark's Formulas for Stress and Strain (8th Edition).* New York, NY, USA : McGraw-Hill Education, 2012.

15 Saggar, Siddhanta, et al. *Enhanced Operational Management of Airport Ground Support Equipment for Better Aircraft Turnaround Performance.* Piscataway, New Jersey, USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2022.